

2105/13/H/91 ✓

2 D NOV 1990

H.

C98 /TA

TUGAS AKHIR

SEDIMENTASI DI PERAIRAN PELABUHAN PT. PETROKIMIA GRESIK



Oleh :

May Fadilah

3843100224

PS
627.122
Fad
S
1990

BIDANG STUDI PERHUBUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1990

TUGAS AKHIR

SEDIMENTASI DI PERAIRAN PELABUHAN PT. PETROKIMIA GRESIK

Mengetahui / Menyetujui

Dosen Pembimbing

  
(Ir. KISBANUWATI) (Ir. SUDIWALUYO M.Sc.)

**BIDANG STUDI PERHUBUNGAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1990**

KATA PENGANTAR

Fuji syukur penulis kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkah dan rahmad-Nya-lah Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Tujuan Tugas Akhir ini adalah untuk memenuhi ketentuan yang ada pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Disamping itu mahasiswa mendapat wawasan yang lebih luas dari disiplin ilmu yang dipelajarinya selama di bangku kuliah.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat :

1. Ibu Ir.Anggrahini MSc selaku dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITS.
2. Bapak Ir.Moesdaryono Msc selaku ketua Jurusan Teknik Sipil, ITS.
3. Ibu Ir.Sri Wijati SN selaku ketua Bidang Studi Perhubungan Teknik Sipil, ITS.
4. Ibu Ir.Kisbanuwati dan bapak Ir.Sudiwaluyo Msc selaku dosen pembimbing.
5. Bapak Ir.Pinardi MSc selaku kepala Laboratorium Perhubungan Teknik Sipil, ITS.

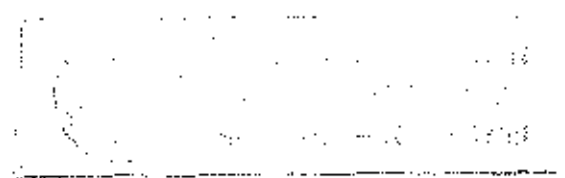
6. Seluruh pihak yang membantu penulis sampai buku ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa buku Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, walaupun penulis telah berusaha semaksimal mungkin dalam menyusunnya. Dan akhirnya penulis berharap buku ini dapat bermanfaat untuk masyarakat atau setidaknya tidaknya berguna untuk diri penulis sendiri.

Surabaya, September 1990.

ttd.

penulis



DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Tinjauan Umum PT.Petrokimia Gresik....	Bab I- 1
1.2. Maksud dan Tujuan.....	Bab I- 4
1.3. Metodologi.....	Bab I- 5
BAB II. PENELITIAN LAPANGAN	
2.1. Situasi dan kondisi di sekitar pelabuhan PT.Petrokimia Gresik.....	Bab II- 2
2.2. Kontruksi dermaga dan Karakteristik kapal.....	Bab II- 4
2.3. Gelombang.....	Bab II- 6
2.4. Arus laut.....	Bab II- 9
2.5. Material dasar.....	Bab II-12
2.6. Konsentrasi material.....	Bab II-15
2.7. Pesang surut.....	Bab II-15
2.8. Contour pantai.....	Bab II-18
BAB III. ANALISA PENYEBAB SEDIMENTASI	
3.1. Analisa gelombang.....	Bab III- 1
3.2. Analisa kimia material dasar.....	Bab III-10
3.3. Analisa fisik material dasar.....	Bab III-12
3.4. Analisa arus laut.....	Bab III-14

3.5. Analisa struktur berrnaga dan karakteristik kapal.....	Bab III-21
BAB IV. SEDIMENT TRANSPORT (ANGKUTAN SEDIMEN)	
4.1. Pengertian.....	Bab IV- 1
4.2. Perhitungan.....	Bab IV- 4
4.3. Kenyataan sebenarnya.....	Bab IV-21
BAB V. PEMECAHAN MASALAH	
5.1. Perencanaan kembali kedalaman kolam pelabuhan.....	Bab V- 1
5.2. Pelayanan terhadap kapal-kapal terbesar.....	Bab V- 2
5.3. Volume pengangkutan.....	Bab V-13
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	Bab VI- 1
BAB VII. PENUTUP.....	Bab VII- 1
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
A. Data kapal terbesar	
B. Data arus laut	
C. Data pasang surut	
D. Data fisik material dasar	
E. Data konsentrasi material	

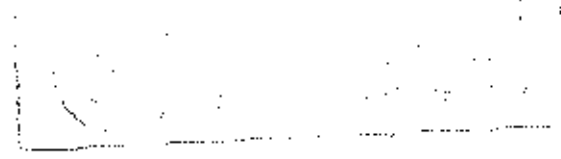
DAFTAR TABEL

Tabel 1.1.	Distribusi pengangkutan bahan baku dan hasil produksi	Bab I- 4
Tabel 2.1.	Maximum wind speeds (knots) and direction. sumber : Pusat Meteorologi dan Geofisika - Stasiun Meteorologi Perak I, Surabaya	Bab II- 8
Tabel 2.2.	Hasil pengukuran arus laut	Bab II-11
Tabel 2.3.	Hasil analisa butiran material dasar	Bab II-13
Tabel 2.4.	Hasil analisa kimia material dasar	Bab II-14
Tabel 2.5.	Hasil analisa konsentrasi material	Bab II-16
Tabel 3.1.	Parameter gelombang	Bab III-13
Tabel 3.2.	Analysis Limestone sumber : "Element of Engineering Geologi"	Bab III-15
Tabel 3.3.	Unsur kimia tanah Gresik dan Madura sumber : "The Geological of Indonesia"	Bab III-16
Tabel 3.4.	Kecepatan aliran air dan ukuran butiran	Bab III-18
Tabel 3.5.	Kecepatan kritis butiran dan kecepatan maximum arus	Bab III-20

Tabel 4.1.	Perumusan longshore sediment transport.		
	sukses: "Coastal Engineering"	Bab	IV- 7
Tabel 4.2.a.	Sediment transport di posisi A	Bab	IV-14
Tabel 4.2.b.	Sediment transport di posisi B	Bab	IV-15
Tabel 4.2.c.	Sediment transport di posisi C	Bab	IV-16
Tabel 4.2.d.	Sediment transport di posisi D	Bab	IV-17
Tabel 4.3.a.	Sediment transport rate di daerah E-B	Bab	IV-18
Tabel 4.3.b.	Sediment transport rate di daerah F-C	Bab	IV-19
Tabel 4.4.	Tingkat sedimentasi di sekitar dermaga	Bab	IV-33
Tabel 5.1.	Draft kapal terbesar	Bab	V- 7
Tabel 5.2.	Volume pengerukan	Bab	V-15

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Situasi dan kondisi disekitar di sekitar pelabuhan PT.Petrokimia Gresik.....	Bab II- 3
Gambar 2.2.	Pelabuhan PT.Petrokimia Gresik	Bab II- 5
Gambar 2.3.	Posisi penyelidikan lapangan	Bab II-10
Gambar 2.4.	Grafik pasang surut	Bab II-17
Gambar 2.5.	Hasil echo sounding	Bab II-20
Gambar 3.1.	Perggerakan partikel air	Bab III- 2
Gambar 3.2.a.	Panjang fetch sesuai arah angin dari utara	Bab III- 5
Gambar 3.2.b.	Panjang fetch sesuai arah angin dari timur laut	Bab III- 6
Gambar 3.2.c.	Panjang fetch sesuai arah, angin dari timur	Bab III- 7
Gambar 3.2.d.	Panjang fetch sesuai arah angin dari tenggara	Bab III- 8
Gambar 3.2.e.	Panjang fetch sesuai arah angin dari barat laut	Bab III- 9
Gambar 3.3.a.	Deep wave forecasting curves as a function of wind speed, fetch length, and wind duration (for fetch 1 to 1,000 miles) sumber : "Shore Protection Manual"	Bab III-11



- Gambar 3.3.b. Deep wave forecasting curves as a function of wind speed, fetch length, and wind duration (for fetch 100 to 1,000 miles)
sumber : "Shore Protection Manual" Bab III-12
- Gambar 3.4. Shield curve
sumber : "Coastal Engineering"..... Bab III-20
- Gambar 3.5. Data kapal
sumber : "Shipbuilding and Marine Engineering in Japan" Bab III-25
- Gambar 3.6. Arah pergerakan sedimen Bab III-28
- Gambar 4.1. Pantai pada musim dingin dan panas
sumber : "Coastal Engineering" Bab IV- 2
- Gambar 4.2. Transport mass balance
sumber : "Coastal Engineering" Bab IV- 3
- Gambar 4.3. Arah arus di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik Bab IV- 5
- Gambar 4.4. Suspended sediment transport parameters
sumber : "Coastal Engineering" Bab IV-10
- Gambar 4.5.a. Contour pantai di sekitar pelabuhan PT.Petrokimia Gresik th 1979 Bab IV-22
- Gambar 4.5.b. Contour pantai di sekitar pelabuhan PT.Petrokimia Gresik th 1980 Bab IV-23
- Gambar 4.6. Contour pantai di sekitar pelabuhan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 TINJAUAN UMUM PT.PETROKIMIA GRESIK

1.1.1 Badan usaha

Pada waktu pertama kali terbentuk, bentuk badan usaha PT Petrokimia Gresik adalah perusahaan umum yang lebih dikenal dengan singkatan 'Perum'. Bentuk perum ini adalah berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No:55 Th.1971 Tanggal 8 September 1971.

Kemudian sejalan dengan perkembangan, dunia ekonomi Indonesia, bentuk perum diganti menjadi suatu perusahaan perseroan terbatas atau lebih dikenal dengan nama 'Persero'. Perubahan ini berdasarkan Peraturan Pemerintah Indonesia No:35 Th.1974 Tanggal 8 Oktober 1974.

Sehingga nama perusahaan ini selengkapanya adalah PT Petrokimia Gresik (Persero). Nama tersebut digunakan hingga saat ini dan pengelolaan perusahaan berada di bawah naungan Direktorat Jendral Industri Kimia Dasar Departemen Perindustrian Republik Indonesia.

Tugas Akhir

1.1.2 Produksi Pabrik

Pabrik PT. Petrokimia Gresik mempunyai beberapa macam produksi. Produksi utamanya ditekankan pada produksi pupuk yang sangat berguna dalam bidang pertanian. Hal ini sesuai dengan kondisi Indonesia sebagai negara agraris.

Produksi utamanya yaitu berupa :

- Pupuk Nitrogen

- a. Amonium Sulfat atau ZA adalah pupuk Nitrogen dengan kadar Nitrogen sebesar 21 %.
- b. Pupuk urea adalah pupuk Nitrogen dengan kadar Nitrogen sebesar 46 %.

- Pupuk Fosfat yang dapat menghasilkan pupuk TSP/DPK.

Selain menghasilkan produksi utama, pabrik PT. Petrokimia Gresik juga menghasilkan produksi tambahan. Produksi tambahan ini dapat digunakan bahan baku pabrik perusahaan lain.

Produksi tambahan berupa :

- | | |
|---------------------------------|------------------|
| a. Amoniak cair | h. Soda ash |
| b. Asam sulfat berkualitas 98 % | i. DOP |
| c. Oksigen berkualitas 99,5 % | j. Copralactame |
| d. Carbon dioksida, Dry ice | k. Polyester |
| e. Semen retarder | l. STPP |
| f. Alumunium florida | m. Plaster board |
| g. Rubber chemical | |

Dalam menjalankan produksi utama maupun produksi tambahan, PT. Petrokimia Gresik memerlukan bahan baku yang diimpor dari luar negeri dan dari daerah sekitar Gresik.

Tugas Akhir

Bahan baku tersebut berupa :

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| a. Belerang | h. Phthalic anhydride |
| b. Phosphate rock | i. Ethyl hexanol |
| c. Phosphoric acid | j. Cyclo hexane |
| d. Lime stone | k. Asam terephthalat |
| e. Amoniak | l. Ethylene glikol |
| f. Aluminium hidroksida | m. Asam fosfat |
| g. Natrium clorida | |

1.1.3 Sarana transportasi

PT. Petrokimia Gresik dalam memperlancar arus pengangkutan bahan baku maupun hasil produksi, menggunakan tiga sarana pengangkutan yaitu : angkutan laut (kapal), kereta api dan truk.

Tentu saja distribusi dari ketiga sarana pengangkutan tersebut tidak merata karena harus disesuaikan dengan kondisi saat itu. Adapun distribusi pengangkutan bahan baku dan hasil produksi pabrik PT. Petrokimia Gresik dari tahun 1981 sampai dengan tahun 1990 dapat dilihat pada Tabel 1.

Dengan melihat Tabel.1 tersebut dapat diketahui bahwa pengangkutan bahan baku dan hasil produksi setiap tahunnya cenderung meningkat. Kemungkinan begitu pula untuk tahun-tahun mendatang, karena permintaan akan hasil produksi PT. Petrokimia semakin banyak.



Tugas Akhir

TH	k a p a l		t r u k		kereta api	
	bahan baku	produksi	bahan baku	produksi	bahan baku	produksi
1981	773.000	163.900	-	380.475	-	139.624
1982	773.000	163.900	-	380.475	-	139.624
1983	914.000	211.441	-	434.015	-	167.544
1984	1.380.000	339.276	-	504.240	-	231.304
1985	2.189.000	770.191	11.000	812.470	-	316.390
1986	2.801.000	972.985	12.000	1.019.104	-	444.961
1987	2.968.000	1.052.451	14.000	1.073.245	-	463.304
1988	3.711.000	1.658.546	34.000	1.492.917	-	489.537
1989	3.808.000	1.734.305	36.000	1.544.352	-	491.143
1990	3.903.000	1.811.877	40.000	1.595.019	-	492.604

Tabel.1. Distribusi pengangkutan bahan baku dan hasil produksi (ton).

1.2 MAKSUD DAN TUJUAN

Sebagai prasarana angkutan laut, keberadaan angkutan laut sangat diperlukan dalam membantu kelancaran industri PT Petrokimia Gresik. Hal ini dapat dimengerti karena $\pm 70\%$ dari angkutan total dilakukan dengan sarana transportasi laut.

Pelabuhan PT Petrokimia Gresik mempunyai dermaga yang direncanakan dapat disandari kapal-kapal dengan ukuran 5000, 10000, 15000, 20000 dan 30000 DWT.

Permasalahan timbul karena pada saat ini kapal berukuran ± 30000 DWT dengan muatan penuh sulit bersandar di dermaga pelabuhan PT Petrokimia Gresik, karena terjadi pengumpulan endapan pada jarak ± 50 m di depan tambatan sisi utara. Hal ini jelas merugikan perusahaan mengingat kelancaran arus lalu-lintas sangat diperlukan untuk mengatasi jumlah angkutan yang cenderung meningkat setiap tahunnya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut maka di pertengahan tahun 1989 pihak PT Petrokimia Gresik telah

Tugas Akhir

melakukan kerjasama dengan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya (ITS), dalam hal ini Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.

Adapun tujuan penulisan ini adalah

- a). menyelidiki penyebab terjadinya sedimentasi di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik.
- b). memberikan penanganan masalah sedimentasi sesuai dengan kondisi di pelabuhan PT.Petrokimia Gresik.

Diharapkan studi ini dapat berguna untuk kepentingan PT Petrokimia Gresik pada khususnya dan pelabuhan lain pada umumnya.

1.3 METODOLOGI

- Permasalahan

Permasalahan dapat timbul karena suatu keadaan/kondisi yang sudah tidak menguntungkan. Untuk itu diperlukan suatu langkah-langkah pemecahan guna menetralsir masalah yang terjadi.

- Dokumenter

Dokumenter merupakan langkah pertama untuk mendapatkan informasi permasalahan dengan jalan mengumpulkan data-data statistik, peta-peta ataupun foto-foto.

- Library Research

Library Research adalah cara mendapatkan informasi dengan jalan mempelajari literatur-literatur dan tulisan-tulisan yang berkaitan dan bersesuaian dengan masalah di atas. Dari sini dapat diambil teori-teori penunjang dan menentukan

Tugas Akhir

langkah-langkah berikutnya.

- Hipotesa

Hipotesa adalah suatu dugaan terhadap penyebab terjadinya permasalahan. Di sini baru kita dapat menyusun data-data yang diperlukan.

- Field Research dan Observasi

Field Research adalah cara mendapatkan data-data yang diinginkan dengan jalan terjun ke lapangan (survey lapangan).

Obsevasi adalah melakukan pengamatan langsung di lapangan yang mungkin dapat berguna untuk memberikan informasi yang penting.

- Analisa data

Analisa data yaitu mengadakan perhitungan-perhitungan dan pembahasan dari teori penunjang terhadap materi/data yang didapat dari hasil survey dan pengamatan lapangan untuk kemudian dievaluasi.

- Penanganan masalah

Penanganan masalah yaitu merupakan suatu keputusan/tindakan yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan berdasarkan dari analisa data. Dan memberikan alternatif yang sesuai dengan kondisi di lapangan.

Tugas Akhir

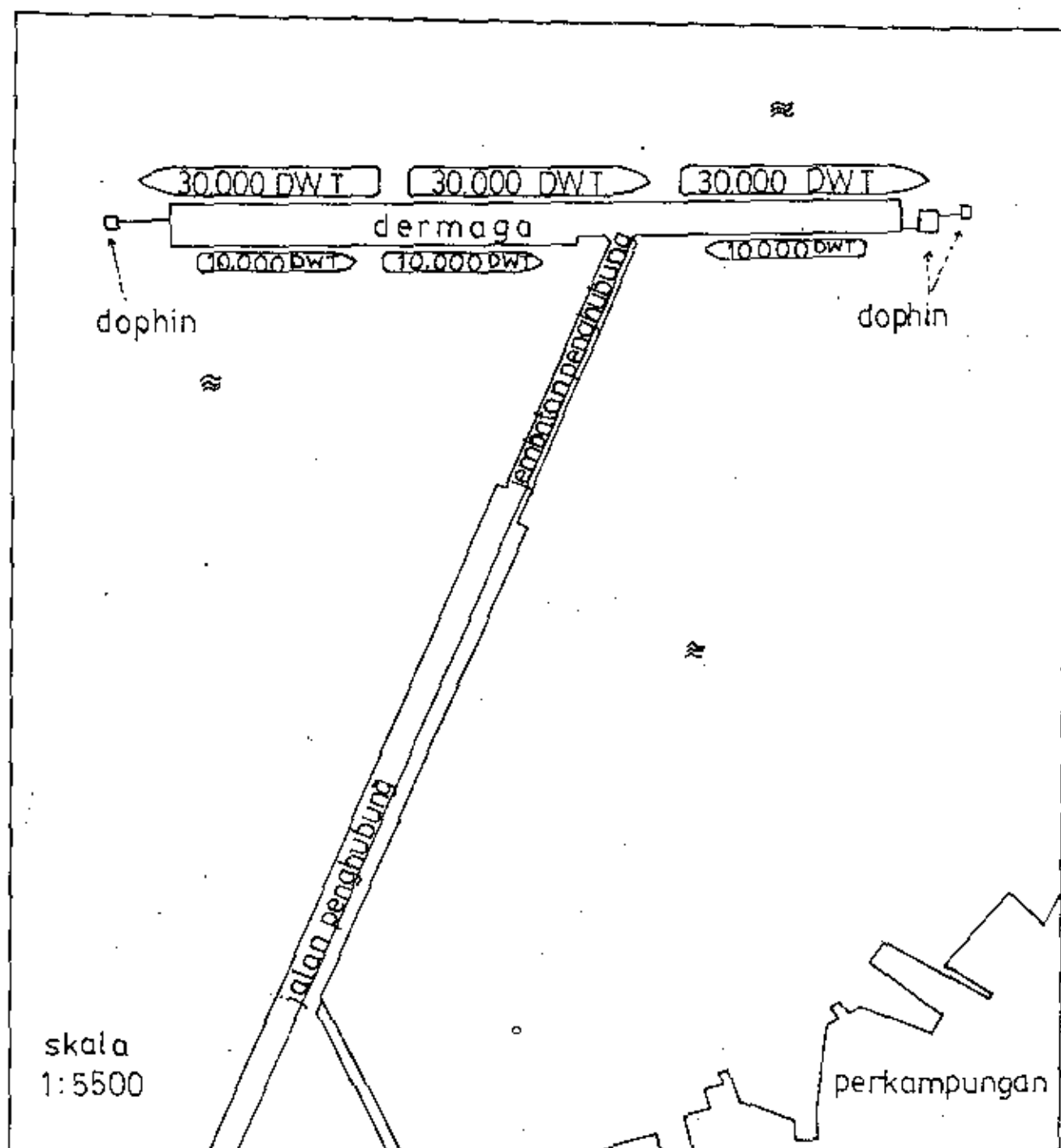
2.2. KONTRUKSI DERMAGA DAN KARAKTERISTIK KAPAL

Kondisi pantai yang landai dan didalam perencanaan tidak diinginkan adanya pengerukan kolam pelabuhan yang besar serta pertimbangan teknis lainnya maka dermaga pelabuhan PT.Petrokimia Gresik dibuat menjorok kelaut dengan posisi sejajar pantai. Untuk menghubungkan dermaga dengan pabrik, dibuatlah jalan penghubung dan jembatan penghubung.

Pondasi jalan penghubung digunakan timbunan bongkahan batu dan tanah. Sedang kontruksi pondasi dermaga dan jembatan penghubung adalah tiang pancang. Tiang pancang yang digunakan berukuran 1200 mm. Jarak antara tiang pancang pada arah memanjang 9 m, sedang arah melintang 6 s/d 8 m.

Pada kedua ujung dermaga dibangun kontruksi dophin. Antara dophin dengan dermaga dihubungkan oleh cat walk. Struktur semacam ini didasari atas segi ekonomi, dimana kebutuhan panjang total dermaga dapat diperpendek dan kemudian menggantikannya dengan kontruksi dophin. Pertimbangan pemotongan panjang dermaga karena bentuk dinding haluan kapal tidak dapat merapat, disamping itu bagian haluan ini bukan tempat barang. Jadi haluan kapal dapat ditempatkan pada dophin.

Di bagian sisi luar dermaga dapat disandari 3 buah kapal berukuran ± 30.000 DWT, sedang dibagian dalam dermaga digunakan kapal-kapal berukuran lebih kecil (± 10.000 DWT). Lebih jelasnya dapat kita lihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Pelabuhan PT. Petrokimia Gresik

Tugas Akhir

Penyelidikan kontruksi dermaga ini untuk mengetahui apakah kontruksi tersebut akan mempengaruhi gerak arus laut. Perubahan gerak arus tersebut juga akan mempengaruhi sediment transport.

Penyelidikan karakteristik kapal saat sandar maupun saat meninggalkan dermaga perlu diperhatikan. Hal ini dapat dijadikan pertimbangan untuk menyelidiki masalah pengumpulan sedimen disekitar dermaga. Kemungkinan arus yang disebabkan oleh baling-baling kapal dapat menggerakkan material ke daerah sekitarnya.

2.3. GELOMBANG

Gelombang dapat terjadi karena beberapa penyebab, salah satu yang dominan adalah angin. Dimana kejadiannya adalah akibat dari pergeseran angin dengan permukaan air. Semula pada permukaan air terjadi kerutan-kerutan, kemudian kerutan tersebut menjadi besar selaras dengan dorongan angin sehingga membentuk gelombang.

Pengambilan data gelombang di lapangan sebenarnya sangat dibutuhkan untuk analisa sedimen transport namun karena kondisi di perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik ini tenang (gelombang relatif kecil) maka karakteristik gelombang dapat dicari berdasarkan arah dan kecepatan angin.

Kondisi angin di Gresik dan sekitarnya diperkirakan tidak berbeda dengan kondisi di Surabaya. Menurut Station Meteorologi Perak Surabaya pada musim kemarau (Mei s/d

Tugas Akhir

Oktober), angin yang dominan bertiup dari arah timur (musim timur). Angin ini bergerak dari benua Australia dan melewati padang pasir yang luas sehingga bersifat kering. Sedangkan pada musim penghujan (Desember s/d Maret) angin yang dominan dari arah barat (musim barat). Angin ini berasal dari Asia yang sedang musim dingin sehingga bersifat basah. Untuk bulan April dan November adalah merupakan bulan transisi, dimana angin yang dominan kadang-kadang bertiup ke arah barat atau kadang-kadang ke arah timur.

Pengukuran arah dan kecepatan angin ini biasanya dipakai alat anemometer dengan tiap 30 menit diperiksa dan dicatat selama 24 jam. Data angin yang terdapat pada Tabel 2.1 adalah hasil pengukuran yang dilakukan dari tahun 1973 sampai dengan tahun 1982 dan dicari kecepatan maximum dan arahnya setiap bulan.

Penyelidikan gelombang ini dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk menyelidiki masalah sedimentasi di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik. Hal ini mengingat gelombang dapat menggerakkan material dasar. Disamping itu gelombang juga digunakan sebagai pedoman untuk menentukan kedalaman kolam pelabuhan.

Tabel 2.1.

MAXIMUM WIND SPEEDS (KNOTS) AND DIRECTION

Month	1973		1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982	
	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction	Speed	Direction
January	28	NE	25	W	22	NW	25	W	12	NW	13	W	12	W	13	W	10	W	18	W
February	23	NE	35	SW	30	SW	20	NW	13	NW	13	W	11	W	13	W	13	W	15	W
March	25	E	25	SW	18	SW	20	NW	12	NW	11	SW	11	W	10	SW	10	E	20	WNW
April	15	NE	15	N	18	NW	12	SE	7	SE	11	SSE	10	SE	9	SSE	13	E	18	E
May	15	NE	15	NE	15	NE	14	NE	9	SE	11	SSE	9	ESE	10	SE	13	E	13	E
June	18	NE	15	NE	15	E	13	NE	12	E	10	SE	10	E	11	E	7	E	10	E
July	20	NE	10	NE	25	NE	12	SE	12	E	10	SE	12	ESE	10	SE	7	E	12	E
August	18	E	14	NE	20	E	13	SE	11	E	11	E	13	E	12	E	6	E	12	E
September	20	E	13	E	18	NE	15	SE	12	E	11	ESE	11	SE	11	E	6	E	16	E
October	30	SE	13	SE	10	NE	13	SE	13	E	10	E	11	SE	11	SE	10	E	15	E
November	25	W	12	W	15	SW	12	S	11	SSE	11	SW	11	SE	11	S	13	W	15	E
December	20	W	25	SW	20	SW	18	NW	11	E	10	W	12	W	11	W	17	W	12	SW

Source : Pusat Meteorologi dan Geofisika - Stasiun Meteorologi Perak 1, Surabaya

Tugas Akhir

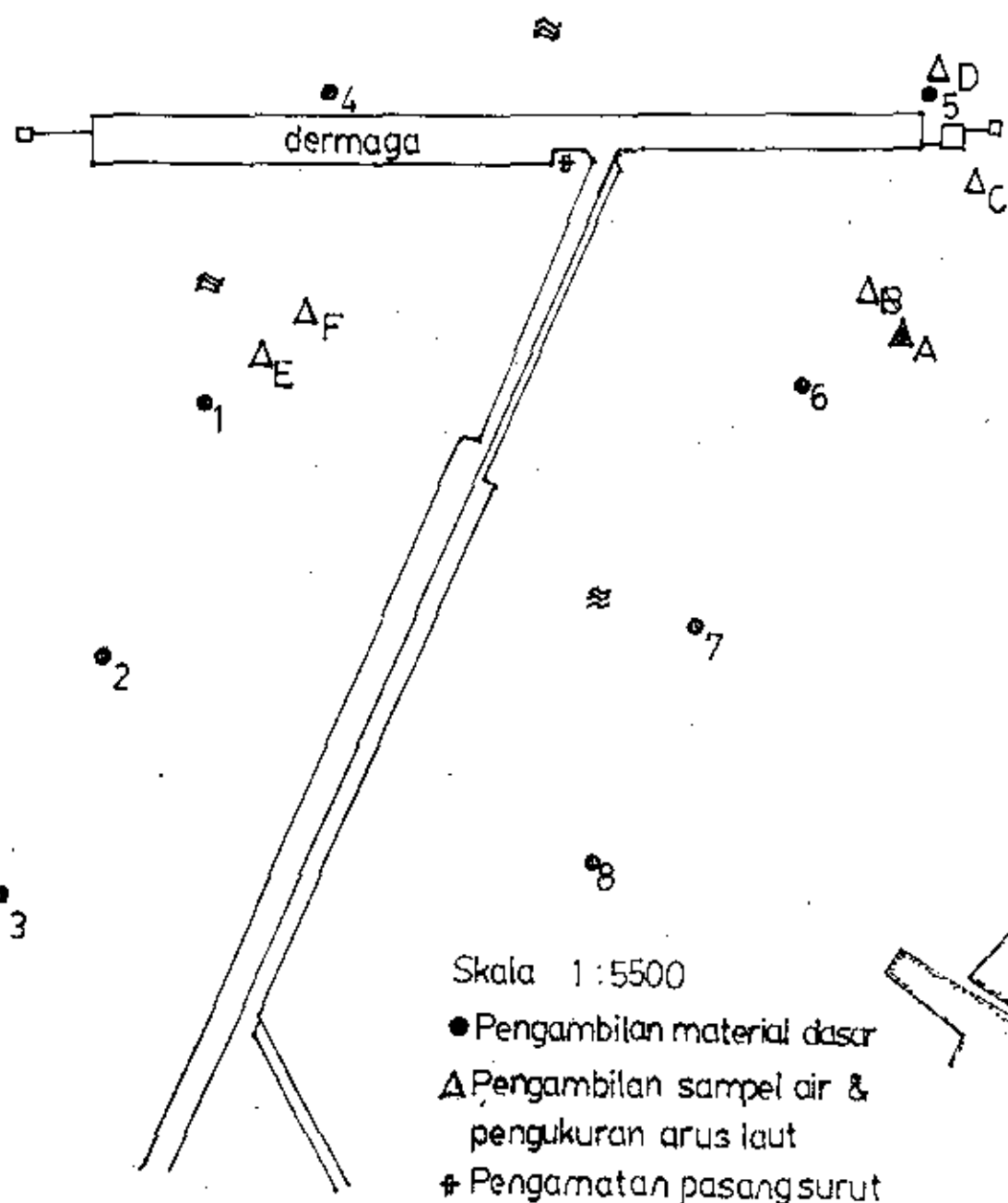
2.4. ARUS LAUT

Arus laut yang terjadi dapat ditimbulkan oleh gelombang (wave induced current), pasang surut (tidal current) ataupun kerapatan (density current). Arus ini mempengaruhi gerak material dasar dan akhirnya juga mempengaruhi sedimen yang ditransportasikan didaerah lain.

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan floating current meter. Untuk satu titik digunakan tiga floating current meter. Masing-masing mewakili pengukuran arus pada 0,2 h, 0,6 h dan 0,8 h (h : kedalaman laut yang diukur dari dasar laut). Adapun tujuannya adalah untuk mengetahui arus permukaan, arus tengah dan arus dasar.

Dalam melakukan pengukuran arus dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Menentukan posisi kapal.
2. Memperkirakan kedalaman laut (h) yaitu dengan menggunakan tali yang diberi pemberat.
3. Mempersiapkan tiga buah floating current meter yang masing-masing mewakili 0,2 h, 0,6 h dan 0,8 h.
4. Melepaskan ketiga floating current meter hingga terbawa arus. Dihitung waktu yang dihabisi oleh masing-masing floating current meter sepanjang 20 meter. Bila ternyata waktu yang dihabiskan lebih dari 10 menit maka dicatat berapa jarak yang ditempuh selama waktu 10 menit itu.
5. Mengamati gerak floating current meter dengan menggunakan



Gambar 2.3, Posisi penyelidikan

Tugas Akhir

TABEL 2.2. PENGUKURAN ARUS LAJUT

No	A			B			C			D			E			F		
	Arah	h	V	Arah	h	V	Arah	h	V	Arah	h	V	Arah	h	V	Arah	h	V
	(C...)	(M)	(M/s)	(C...)	(M)	(M/s)	(C...)	(M)	(M/s)	(C...)	(M)	(M/s)	(C...)	(M)	(M/s)	(C...)	(M)	(M/s)
1	340	5,88	0,371	336	9,03	0,409	153	14,43	0,419	342	17,17	0,442	310	2,3	0,053	160	6,18	0,471
2	347	5,71	0,178	342	8,95	0,621	141	14,45	0,441	340	17,00	0,451	310	2,3	0,187	158	6,2	0,253
3	162	5,43	0,187	342	9,03	0,568	164	14,44	0,669	342	16,72	0,669	317	2,38	0,137	144	6,10	0,335
4	165	5,26	0,192	349	9,04	0,162	147	14,53	0,325	176	16,55	0,074	289	2,39	0,119	322	6,28	0,114
5	149	5,21	0,413	150	9,1	0,06	157	14,75	0,299	204	16,5	0,444	127	2,45	0,033	263	6,5	0,087
6	153	5,33	0,435	144	9,29	0,152	334	14,95	0,291	138	16,62	0,881	135	2,64	0,252	322	6,7	0,336
7	150	5,46	0,364	155	9,15	0,404	337	15,08	0,717	206	16,74	0,618	128	2,85	0,133	318	6,83	0,483
8	313	5,7	0,136	151	9,55	0,571	341	15,27	0,596	136	16,99	0,125	147	2,9	0,192	330	7,02	0,486
9	343	6,07	0,248	172	9,72	0,309	342	15,38	0,412	329	17,36	0,356	130	3,07	0,216	330	7,13	0,294
10	335	6,39	0,527	159	10,05	0,274	341	15,55	0,499	327	17,68	1,188	275	3,4	0,105	327	7,30	0,273
11	345	6,41	0,579	341	10,15	0,137	323	15,78	0,836	340	17,7	0,663	330	3,5	0,106	343	7,52	0,097
12	332	6,46	0,498	333	10,12	0,137	346	15,87	0,452	342	17,74	1,092	310	3,47	0,253	307	7,62	0,186
13	291	6,53	0,329	341	9,72	0,43	324	15,86	0,304	344	17,82	0,786	310	3,07	0,283	100	7,61	0,206
14	329	6,49	0,24	332	9,52	0,5	156	15,83	0,464	344	17,72	0,796	302	2,87	0,223	130	7,57	0,415
15	159	6,38	0,411	326	9,21	0,291	152	15,81	0,425	180	17,87	0,214	133	2,56	0,228	196	7,55	0,454
16	156	6,2	0,459	342	8,99	0,163	155	15,8	0,579	175	17,49	0,212	140	2,24	0,179	142	7,54	0,493
17	151	6,09	0,494	160	8,63	0,213	149	15,79	0,806	140	17,38	1,02	135	1,98	0,204	155	7,54	0,445
18	149	6,02	0,651	159	8,4	0,506	157	15,7	0,599	142	17,31	0,332	150	1,75	0,243	150	7,44	0,527
19	153	5,95	0,702	159	8,32	0,664	153	15,58	0,165	158	17,23	0,814	135	1,67	0,191	110	7,32	0,267
20	144	5,96	0,503	171	8,34	0,827	321	15,49	0,201	146	17,25	1,001	140	1,69	0,244	267	7,23	0,145
21	161	5,97	0,572	163	8,34	0,586	343	15,21	6,345	145	17,26	1,321	105	1,69	0,114	300	6,96	0,266
22	339	6,07	0,116	161	8,44	0,554	329	15,04	0,499	151	17,36	0,859	100	1,79	0,225	250	6,79	0,277
23	362	6,18	0,208	217	8,67	0,625	343	14,87	0,229	320	17,47	0,45	310	2,02	0,115	322	6,62	0,243
24	327	6,14	0,598	336	8,86	0,275	336	14,76	0,271	325	17,43	1,382	310	2,21	0,360	78	6,51	0,042
25	335	6,05	0,559	345	8,97	0,497	212	14,55	0,054	320	17,34	1,493	312	2,32	0,434	340	6,30	0,041

Tugas Akhir

kompas dan dihitung pula besar kecepatannya.

6. Melakukan pengukuran setiap jam dua kali kemudian hasilnya dirata-rata.
7. Mengulangi langkah-langkah diatas selama 25 jam terus menerus.

Posisi pengukuran arus dapat dilihat pada Gambar 2.3 sedangkan hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.2.

2.5. MATERIAL DASAR

Data tentang material dasar ini diperlukan karena berhubungan dengan proses transportasi material akibat aktivitas gelombang dan arus. Apakah material tersebut akan didepositkan (diendapkan), digerus (erosi) atau hanya ditransportasikan saja.

Adapun pengambilan material dasar dilakukan dengan jalan sebagai berikut :

1. Menentukan posisi pengambilan material dasar.
2. Mempersiapkan alat pengambil sample tanah.
3. Melepaskan alat tersebut kedalam air dengan keadaan cakram terbuka.
4. Mengangkat alat tersebut keatas bila telah menyentuh tanah.
5. Memasukkan sample tanah kedalam plastik.
6. Membawa sample tanah tersebut ke laboratorium untuk dianalisa ukuran butiran dan selanjutnya dapat dicari harga ukuran butiran yang 50 % lolos dari contoh tanah

Tugas Akhir

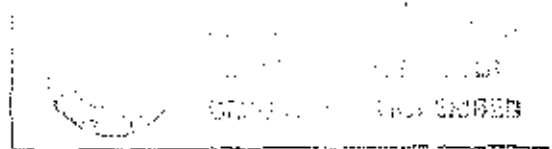
(D₅₀) dan ukuran butiran yang 90 % lolos dari contoh tanah (D₉₀). Disamping itu juga dapat ditentukan harga specific gravity tanah.

Posisi pengambilan sampel tanah dapat dilihat pada Gambar 2.3, sedangkan hasil analisa sampel tanah dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Material Dasar

Posisi	Prosentase(%)				Diameter (mm)			ρ_s (kg/m ³)
	gravel	sand	silt	clay	D ₅₀	D ₉₀	D _{max}	
1	-	82,5	15	2,5	0,250	1,000	2,000	2897
2	-	92,5	7,5	-	0,157	0,310	1,000	2720
3	-	70	25	5	0,125	0,585	2,000	2597
4	39	60	1	-	0,980	8,541	15,875	2602
5	60	39	1	-	3,500	12,286	19,050	2592
6	2,5	87,5	10	-	0,133	0,660	3,360	2719
7	-	82	18	-	0,124	0,370	2,380	2776
8	-	87	12	-	0,181	0,500	2,000	2903
Arus A	-	87	13	-	0,221	0,740	2,000	2636

Selain dilakukan analisa fisik material dasar juga dilakukan analisa kimia material dasar. Analisa kimia ini dimaksudkan untuk mengetahui darimana sedimen itu berasal. Hasil analisa kimia tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4.



Tugas Akhir

2.6. KONSENTRASI MATERIAL

Konsentrasi material adalah besarnya jumlah material dasar yang terangkat keatas kemudian terbawa oleh air laut. Proses tersebut diatas dikarenakan oleh adanya arus dan gelombang. Konsentrasi material diperlukan sebagai kontrol hasil perhitungan sedimen transport di daerah itu.

Adapun langkah-langkah pengambilan data konsentrasi material di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Menentukan posisi kapal (dalam hal ini posisinya sama dengan saat pengukuran arus).
2. Memperkirakan kedalaman laut (h) dengan menggunakan tali yang diberi tali pemberat.
3. Mempersiapkan empat botol atau tabung kosong untuk mewakili kondisi di 0,2 h, 0,4 h, 0,6 h dan 0,8 h.
4. Memasukkan kedalam air dan mencabut tutupnya sampai air masuk kedalam tabung. Diangkat ke atas dan ditutup tabung tersebut kemudian.
5. Melakukan pengukuran pada saat pasang dan surut.
6. Menghitung jumlah material yang terkandung di dalam sample air di laboratorium.
7. Merata-ratakan hasil konsentrasi material pada saat pasang dan surut.

Posisi pengukuran konsentrasi material sama dengan posisi pengukuran (lihat Gambar 2.3), sedangkan hasil pengukuran konsentrasi material dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tugas Akhir

Tabel 2.5. Konsentrasi material

Posisi	Air pasang		Air Surut	
	(g/cm ³)	(m ³ /m ³)	(g/cm ³)	(m ³ /m ³)
A	1,91 E-04	7,07 E-05	1,54 E-04	5,70 E-05
B	1,13 E-04	4,19 E-05	1,30 E-04	4,81 E-05
C	1,18 E-04	4,37 E-05	1,08 E-04	4,00 E-05
D	1,67 E-04	6,19 E-05	2,36 E-04	8,74 E-05
E	2,20 E-04	8,15 E-05	2,59 E-04	9,59 E-05
F	9,00 E-03	3,33 E-05	8,90 E-03	3,30 E-05

catatan : diambil $\rho_s = 2700 \text{ kg/m}^3$.

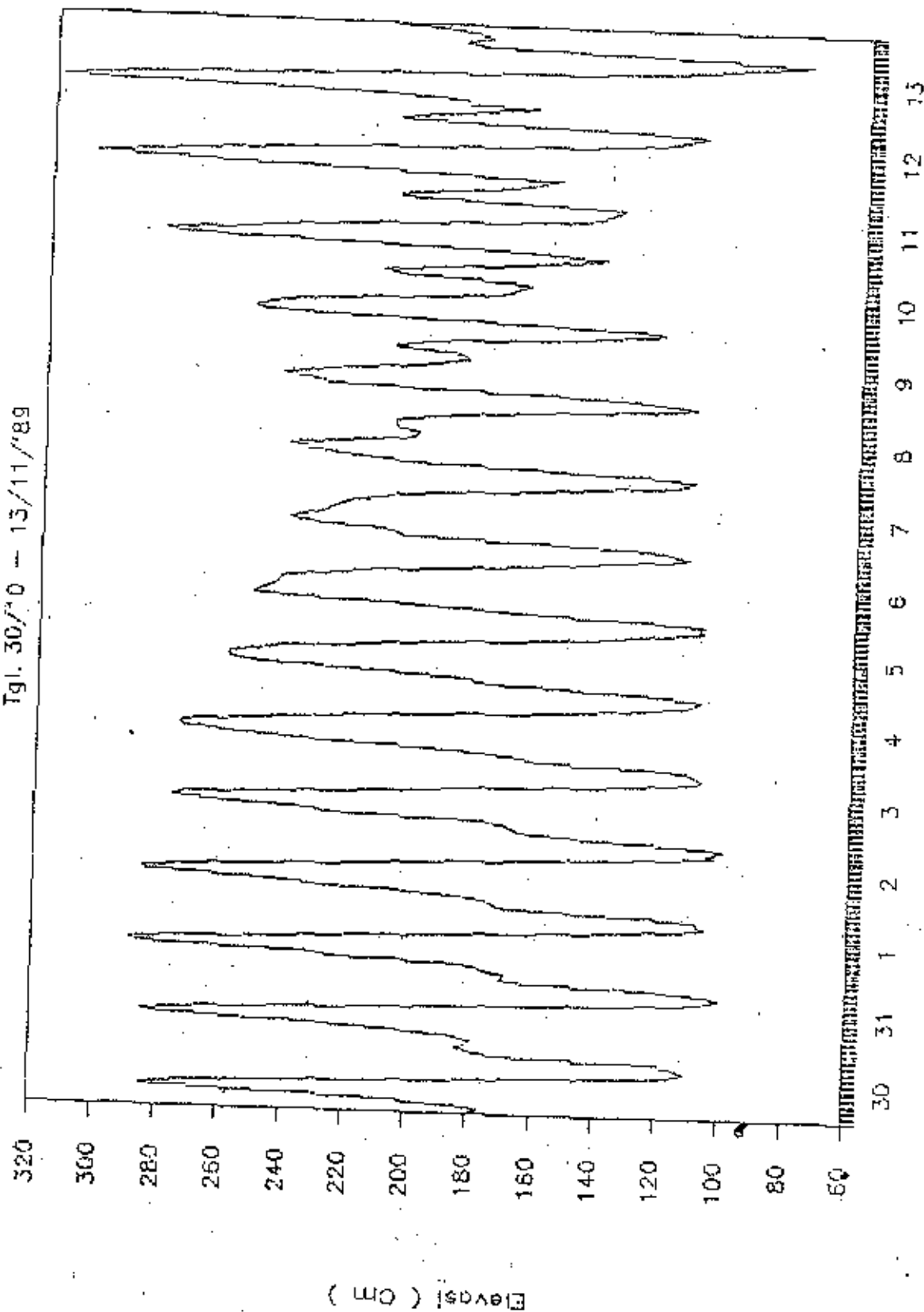
Namun data tersebut diatas tidak dapat digunakan sebagai kontrol perhitungan sediment transport karena tidak dicantumkan waktu yang sesuai dengan pengukuran arus saat itu.

2.7. PASANG SURUT

Pasang surut adalah gerakan naik turun permukaan air laut di bumi. Terjadinya pasang surut dipengaruhi oleh benda-benda di langit terutama bulan dan matahari. Kedua benda ini menyebabkan setiap massa di bumi akan mengalami gaya sentrifugal dan gaya tarik. Perbedaan dari gaya-gaya inilah yang menyebabkan permukaan air laut berubah-ubah.

Pasang surut ini mempunyai arti penting dalam dunia teknik pantai karena data pasang surut ini akan banyak digunakan untuk berbagai keperluan seperti : penentuan kolam pelabuhan, penentuan elevasi konstruksi pantai, analisa

Tugas Akhir



Gambar 2.4.

Tugas Akhir

gaya-gaya pada konstruksi pantai. Namun tujuan penyelidikan pasang surut disini hanya digunakan untuk mengoreksi kedalaman laut yang diperoleh dari echo sounding.

Pengambilan data di lapangan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Memasang sebuah *peil schaal* di suatu tempat yang mudah untuk diamati.
2. Mengamati fluktuasi muka air dengan lima kali pembacaan atas dan lima kali pembacaan bawah. Kemudian hasilnya dirata-rata.
3. Melakukan pengamatan setiap 30 menit sekali selama 15 hari terus menerus.

Posisi pemasangan *peil schaal* dan tempat pengamatan dapat dilihat pada Gambar 2.3, sedangkan hasil pasang surut dapat dilihat pada Gambar 2.4.

2.8. CONTOUR PANTAI

Kedalam disekitar pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dapat diketahui dengan alat *Echo sounder*. Alat ini hanya untuk mengukur kedalam laut pada satu titik.

Adapun langkah-langkah pengambilan data contour pantai adalah sebagai berikut :

1. Menentukan posisi dari titik-titik yang akan diukur kedalamannya. Jarak antara titik-titik pengukuran semakin

Tugas Akhir

dekat akan memberikan hasil yang semakin baik.

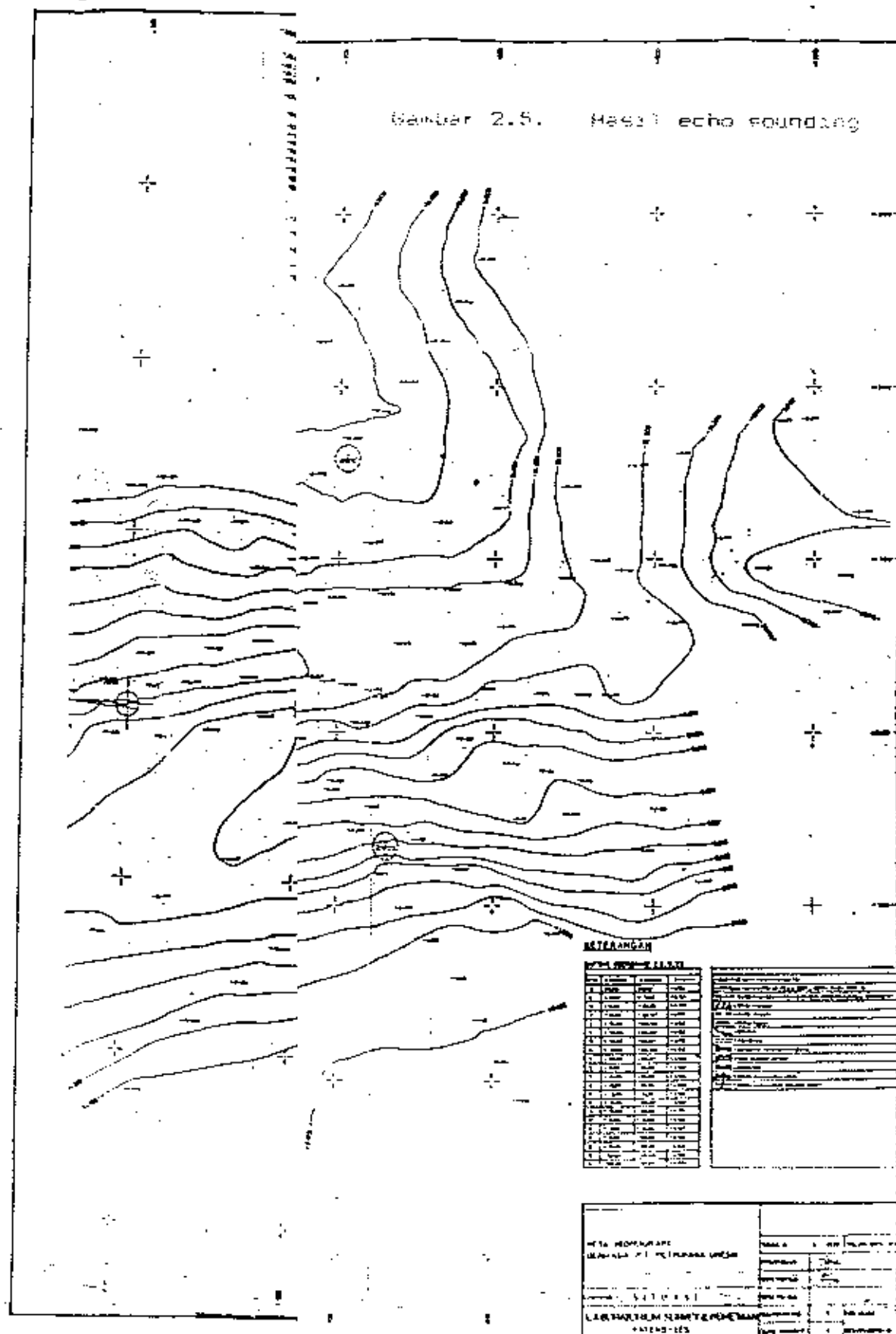
2. Mengukur kedalaman tiap titik dengan alat echiosonder, hasil pengukuran ini akan didapat variasi kedalaman laut.
3. Mengoreksi hasil pengukuran tersebut dengan data pasang surut.
4. Mengeplot hasil koreksi pengukuran tersebut diatas pada gambar.
5. Hubungkan dengan sebuah garis untuk setiap kedalaman yang sama.

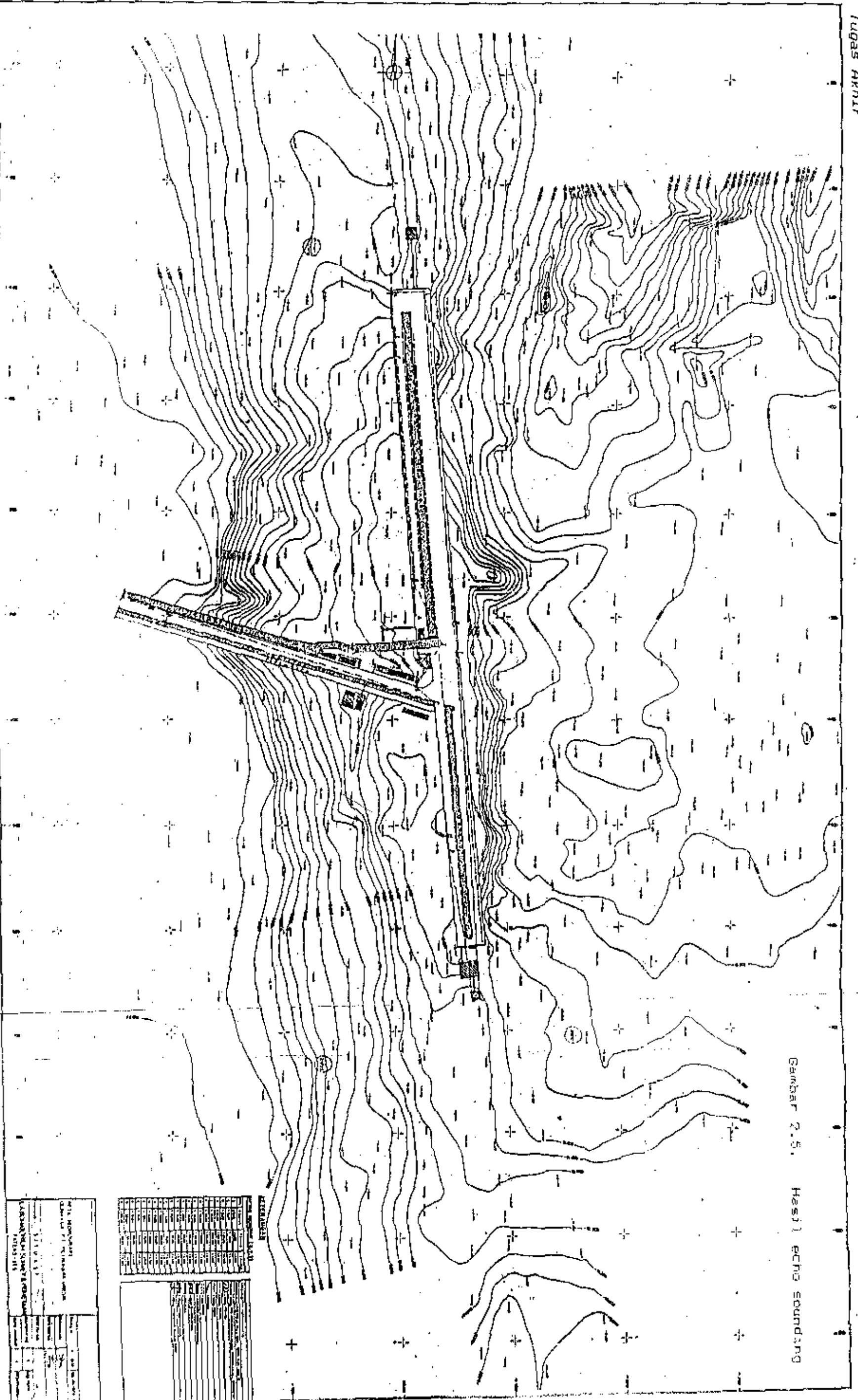
Pengukuran dengan echo sounder tidak dapat mencapai garis pantai. Untuk mengatasi hal ini digunakan pesawat *waterpass* yang dapat berfungsi sebagai pengganti echiosonder. *Waterpass* ini adalah alat pengukur beda tinggi di dua titik. Jadi bila satu titik telah diketahui tingginya maka titik yang lain akan dapat ditentukan. Hasil pengukuran kedalaman laut dapat dilihat pada Gambar 2.5.

Kegunaan dari contour pantai ini adalah mengetahui keadaan perairan di pelabuhan. Apakah kedalaman laut tersebut cukup aman untuk lalu-lintas kapal atau tidak. Kegunaan lain adalah sebagai kontrol terhadap perubahan kedalaman yang diakibatkan oleh proses sediment transport (terjadi erosi atau akresi).

Tugas Akhir

Gambar 2.5. Hasil echo sounding





Gambar 2.5. Hesi echo sounding

BAB III

ANALISA PENYEBAB SEDIMENTASI

3.1. ANALISA GELOMBANG

Ada beberapa penyebab terjadinya gelombang, salah satu yang dominan adalah angin. Dimana terjadiannya adalah ketika angin bertiup pada muka air bebas maka ada energi yang dialihkan dari angin tersebut kepermukaan air. Energi inilah yang kemudian menimbulkan gelombang.

Gelombang dapat diklasifikasikan menurut kedalaman relatif (d/L) dan nilai batas ($\tanh 2\pi d/L$) menjadi tiga bagian yaitu :

- Perairan dalam, jika $d/L > 1/2$ atau $\tanh 2\pi d/L = 1$
- Perairan transisi, jika $1/25 < d/L < 1/2$
- Perairan dangkal, jika $d/L < 1/25$ atau $\tanh 2\pi d/L = 2\pi d/L$

dimana, d : kedalaman laut

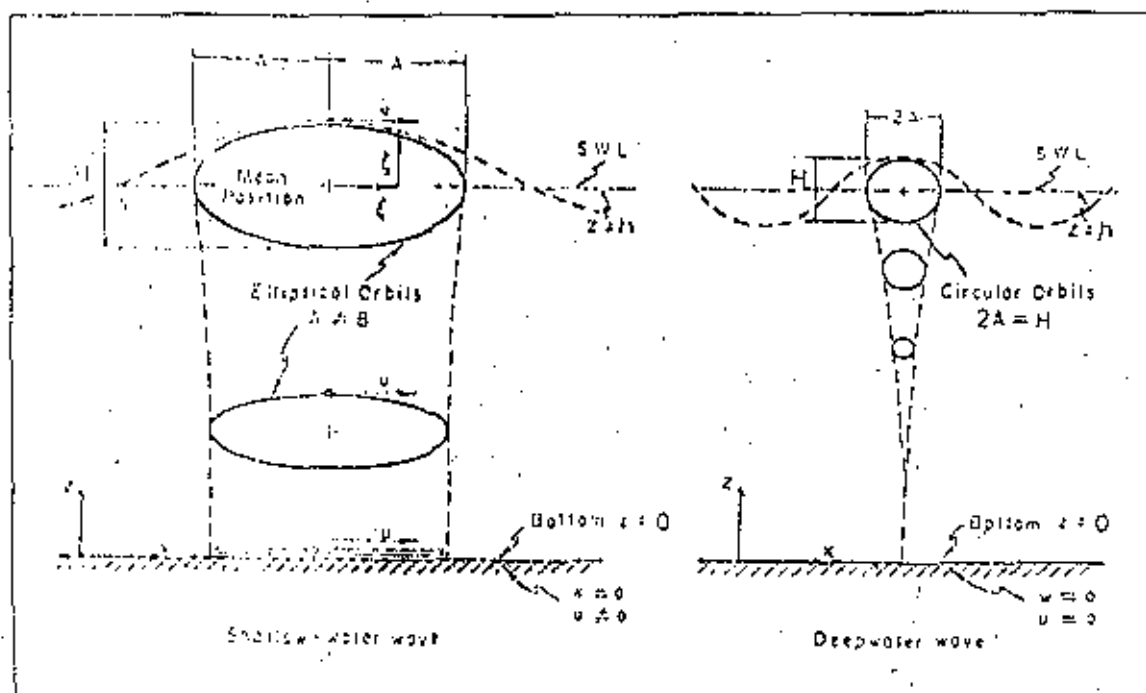
L : panjang gelombang

Perbedaan prinsip pengaruh gelombang pada perairan dalam dan perairan dangkal dapat dijelaskan pada Gambar 3.1.

- Pergerakan partikel air diperairan dalam berbentuk lintasan lingkaran yang makin kebawah makin kecil dan akhirnya lenyap sebelum menyentuh dasar. Hal ini berarti pengaruh gelombang diperairan dalam tidak menimbulkan adanya *bottom friction*.

Tugas Akhir

- Pergerakan partikel air diperairan dangkal berbentuk lintasan elliptik yang makin kebawah makin pipih dan dan ketika mendekati dasar laut berubah menjadi gerakan horisontal. Hal ini berarti pengaruh gelombang diperairan dangkal menimbulkan bottom friction cukup besar. Keadaan semacam ini dapat menggerakkan material dasar laut, sehingga terjadilah sediment transport (angkutan sediment).



Gambar 3.1. Pergerakan partikel air

Tugas Akhir

Sebagaimana yang telah kita ketahui bahwa gelombang dapat merupakan fungsi dari kecepatan angin dan fetch. Data angin dapat kita lihat pada Tabel 2.1, sedangkan fetch dapat dicari dengan cara sebagai berikut :

1. Memuat peta lokasi di sekitar daerah studi dengan skala tertentu.
2. Mengeplot arah angin datang kedalam gambar.
3. Membagi daerah pengaruh angin yaitu suatu daerah yang dibatasi oleh garisgaris yang bersudut $+45^{\circ}$ dan -45° terhadap garis arah angin datang.
4. Membagi daerah pengaruh angin dengan beberapa garis yang masing-masing berinterval 6° dengan titik awal pada lokasi pelabuhan.
5. Memperpanjang garis tersebut sampai memotong suatu daratan, kemudian garis tersebut diproyeksikan kegaris arah angin datang dan ukur panjangnya (X_i).
6. Mengalikan harga X_i tersebut dengan $\cos \alpha$, dimana α adalah sudut antara garis arah angin datang dengan garis pembagi pengaruh angin yang interval 6° .
7. Menentukan persamaan panjang fetch efektif dengan persamaan :

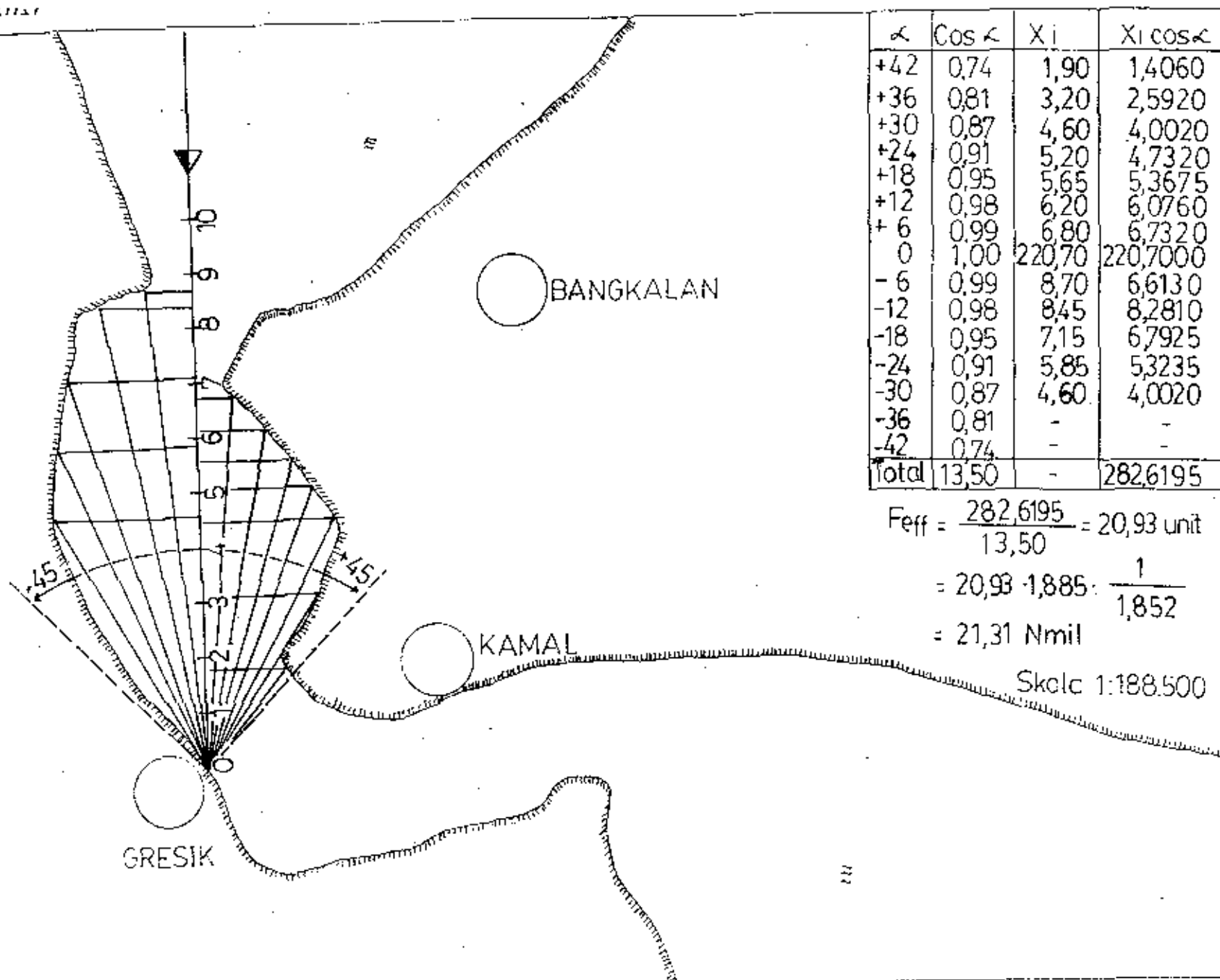
$$F_{eff} = \frac{\sum X_i \cos \alpha}{\sum \cos \alpha}$$

8. Mengalikan harga panjang fetch efektif tersebut dengan skala yang sebenarnya.

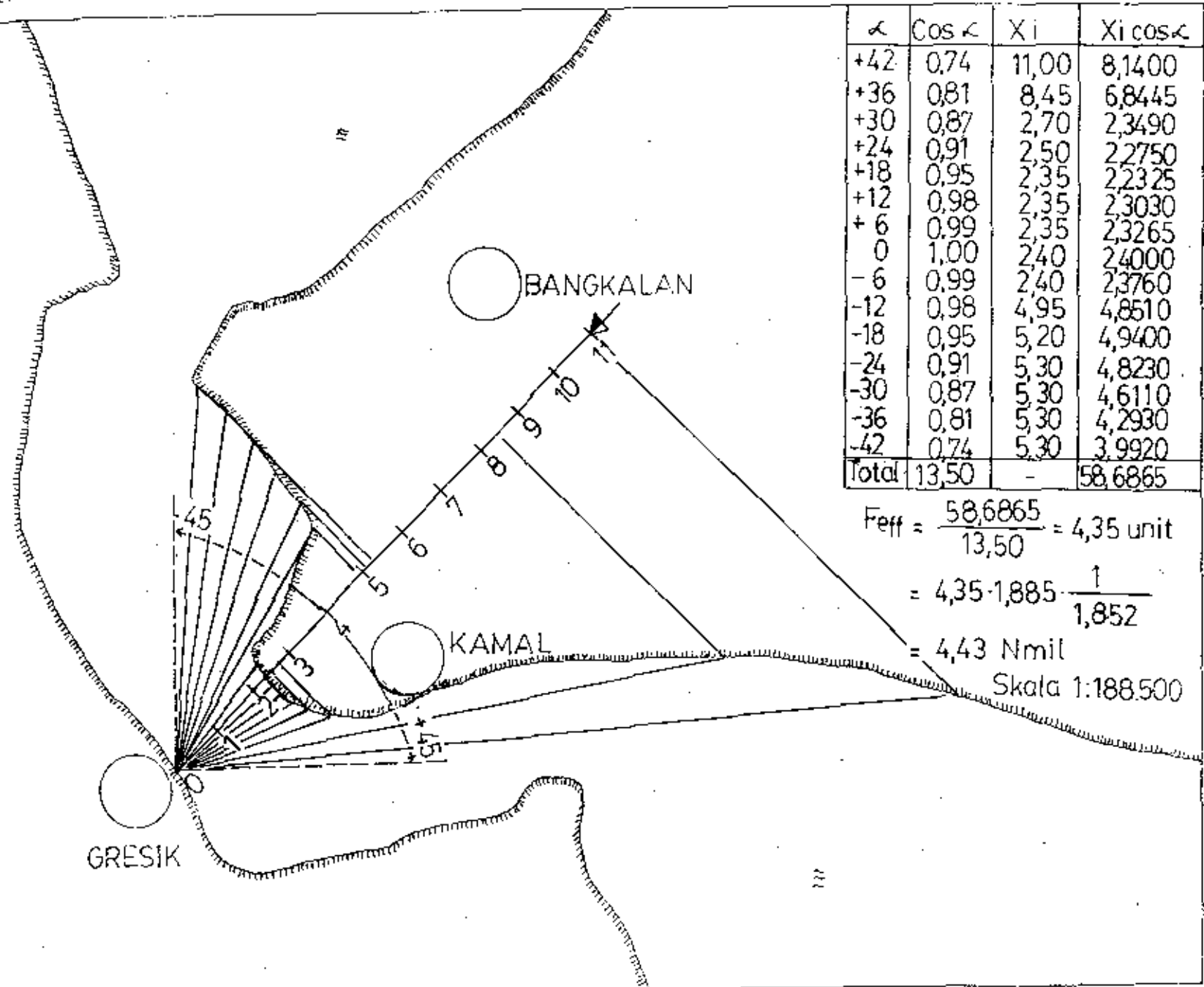
Tugas Akhir

Hasil perhitungan panjang fetch di perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dapat kita lihat pada Gambar 3.2.a, 3.2.b, 3.2.c, 3.2.d, dan 3.2.e.

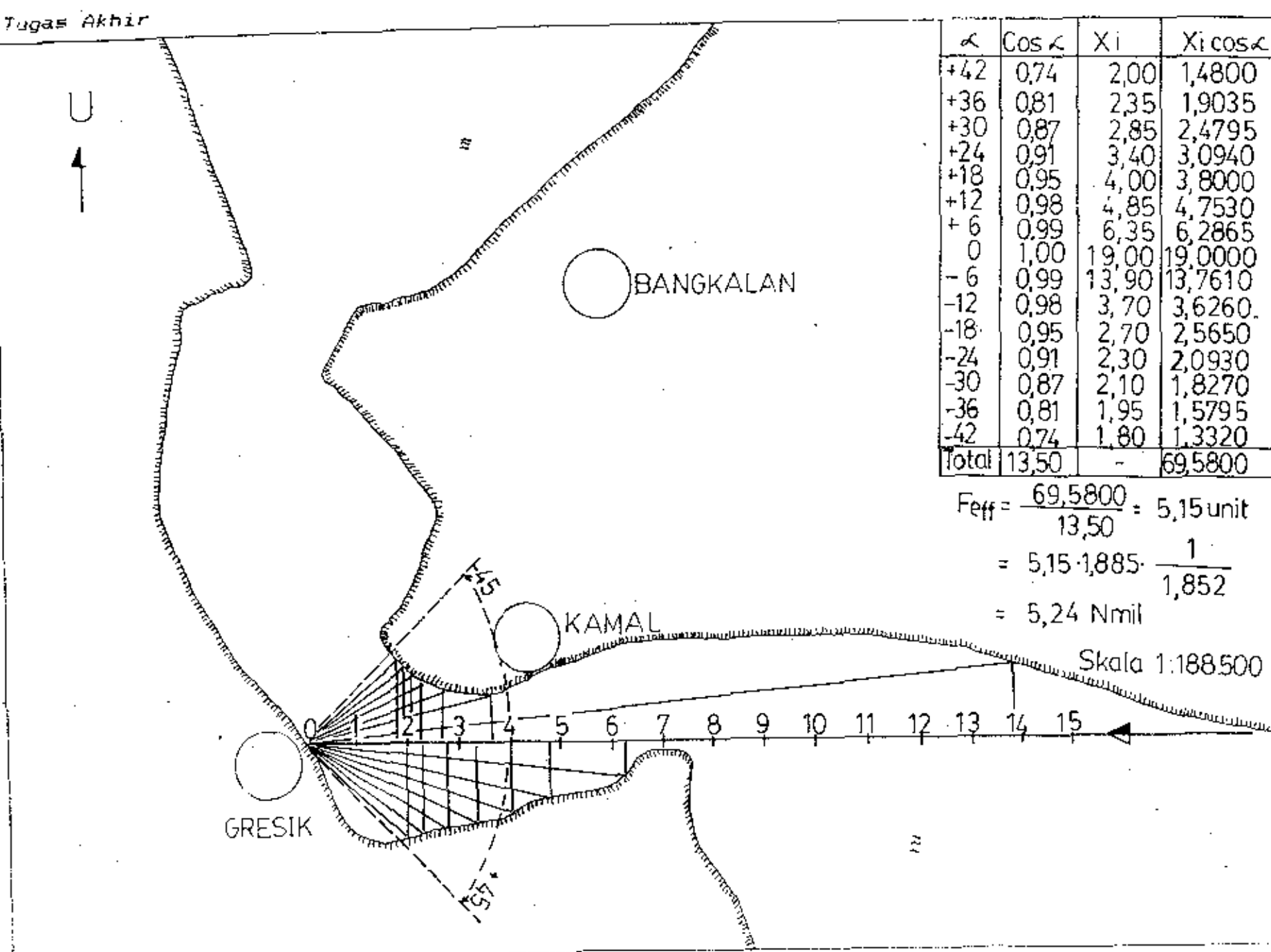
U
↑



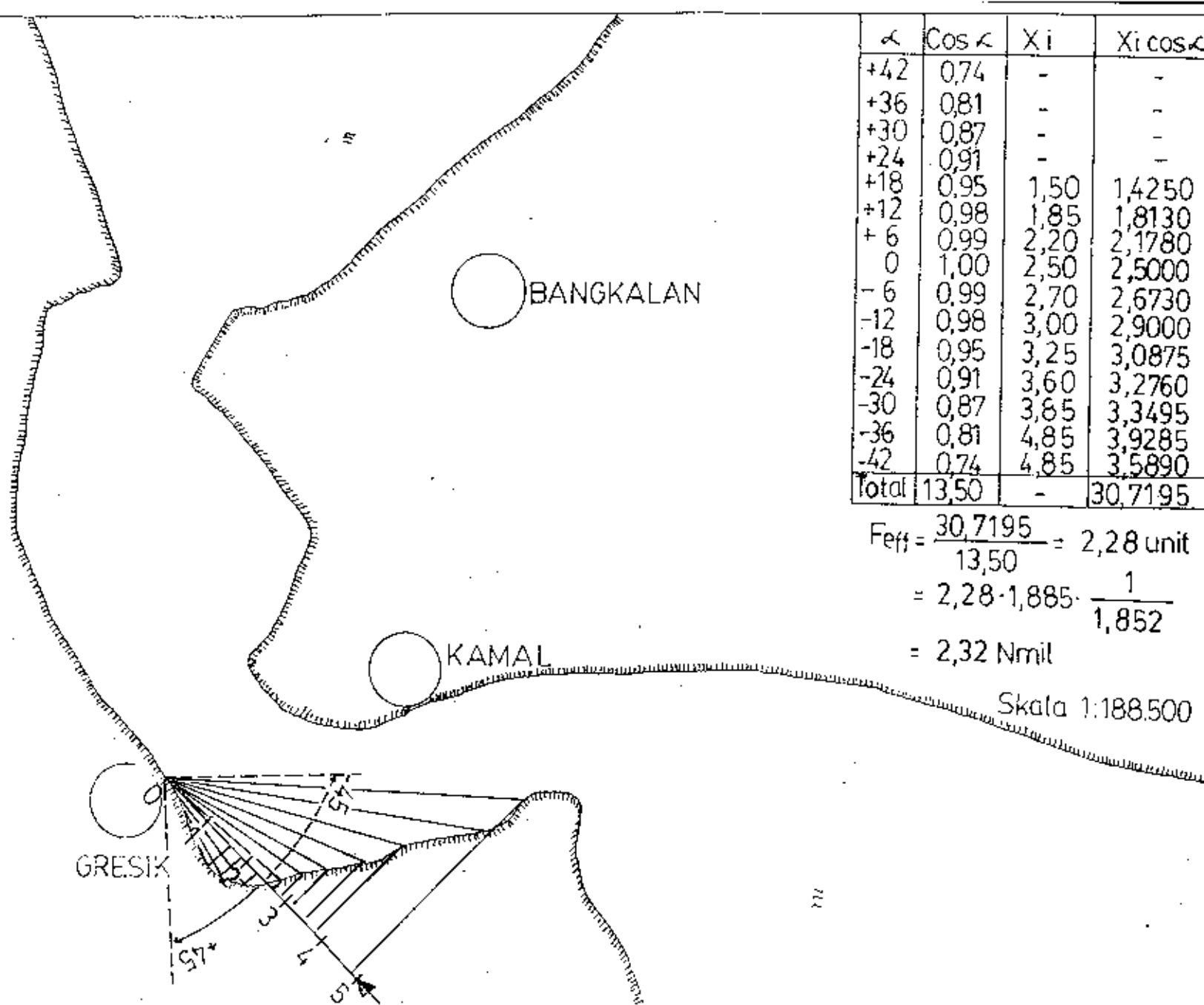
Gambar 3.2a Panjang fetch sesuai arah angin dari utara



Gambar 32b Panjang fetch sesuai arah angin dari timur laut



Gambar 3.2c Panjang fetch sesuai arah angin dari timur

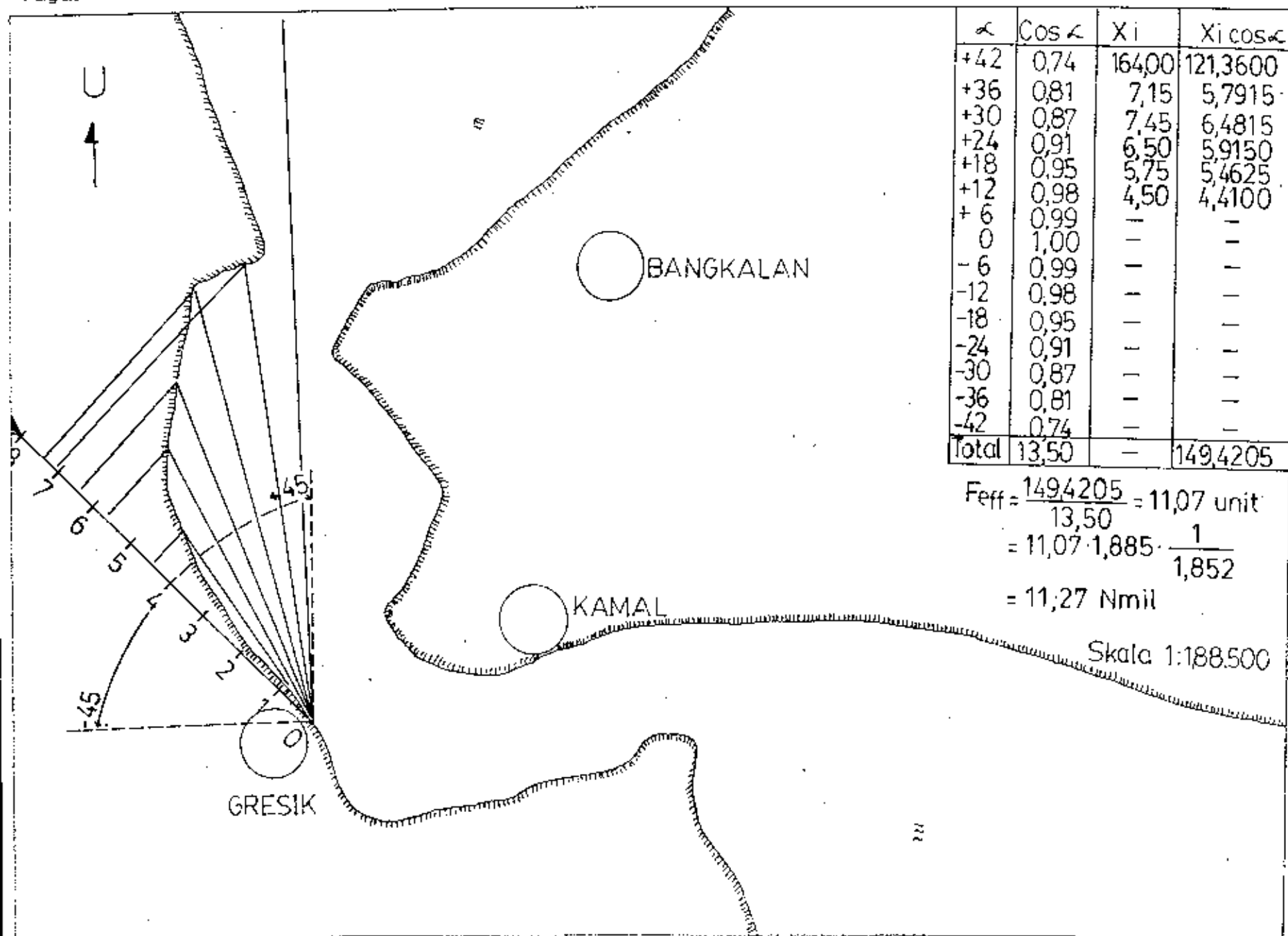


α	$\cos \alpha$	X_i	$X_i \cos \alpha$
+42	0,74	-	-
+36	0,81	-	-
+30	0,87	-	-
+24	0,91	-	-
+18	0,95	1,50	1,4250
+12	0,98	1,85	1,8130
+6	0,99	2,20	2,1780
0	1,00	2,50	2,5000
-6	0,99	2,70	2,6730
-12	0,98	3,00	2,9000
-18	0,95	3,25	3,0875
-24	0,91	3,60	3,2760
-30	0,87	3,85	3,3495
-36	0,81	4,85	3,9285
-42	0,74	4,85	3,5890
Total	13,50	-	30,7195

$$\begin{aligned}
 F_{eff} &= \frac{30,7195}{13,50} = 2,28 \text{ unit} \\
 &= 2,28 \cdot 1,885 \cdot \frac{1}{1,852} \\
 &= 2,32 \text{ Nmil}
 \end{aligned}$$

Skala 1:188.500

Gambar 3.2.d Panjang fetch sesuai arah angin dari tenggara



Gambar 3.2e Panjang fetch sesuai arah angin dari barat laut

Tugas Akhir

Dalam mencari parameter gelombang yaitu periode gelombang (T) dan tinggi gelombang (H) dapat digunakan Gambar 3.3.a. dan 3.3.b.

Sebagai contoh perhitungan :

Panjang fetch arah utara = 21,31 Nmil

Kecepatan angin arah utara = 15 knot

Dengan menggunakan Gambar 3.3.a. didapat harga :

Periode gelombang (T) = 3,55 sec

Tinggi gelombang (H_0) = 2,60 ft

Parameter lainnya dapat dicari dengan rumus :

Kecepatan gelombang (C_0) = 1,56 T

$$= 5,54 \text{ m}$$

Panjang gelombang (L_0) = 1,56 T^2

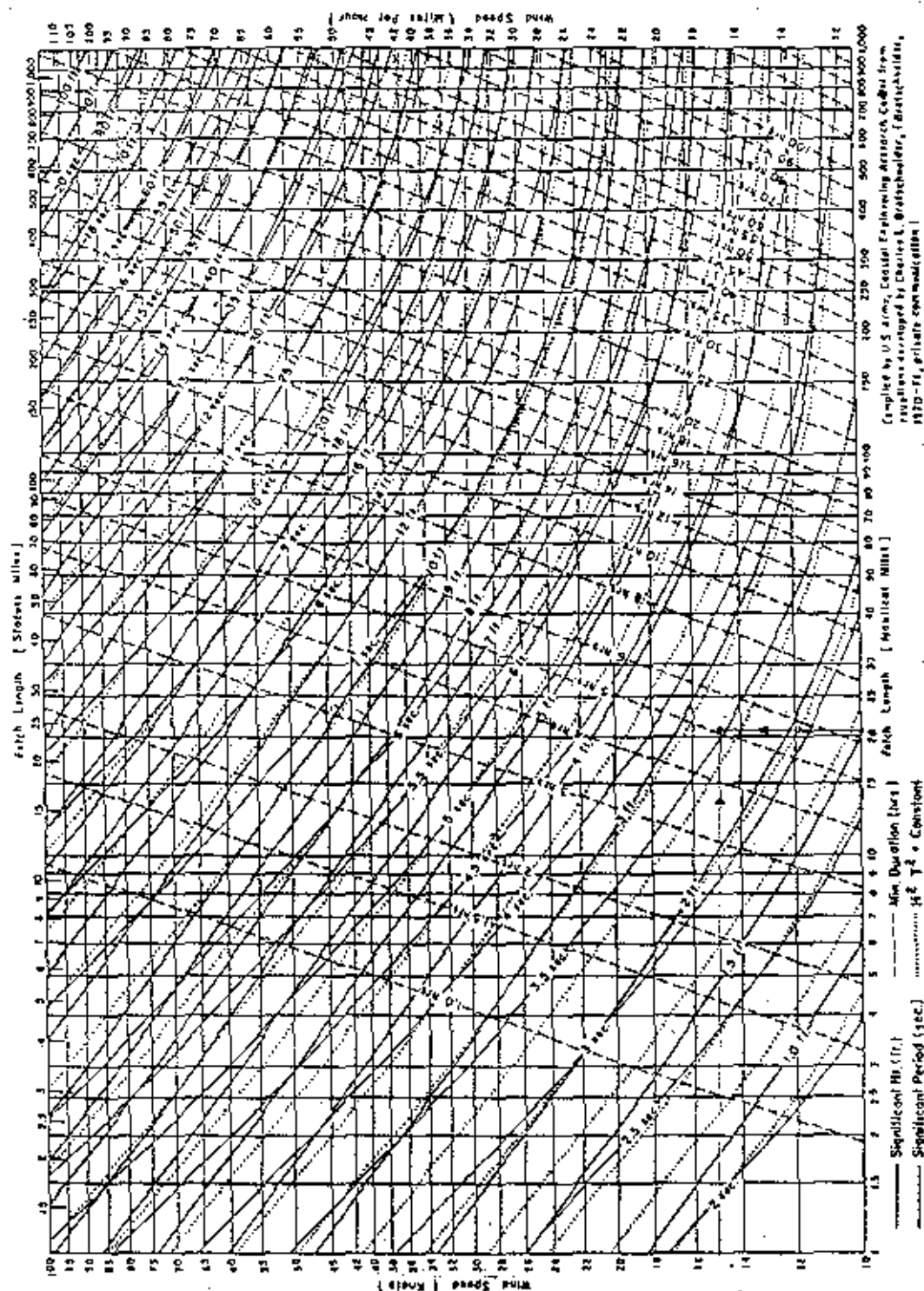
$$= 19,66 \text{ m}$$

Untuk menentukan klasifikasi perairan dipelabuhan PT. Petrokimia Gresik, kita mengambil harga kedalaman laut di daerah tersebut (d) = 12.00 m, maka didapat harga :

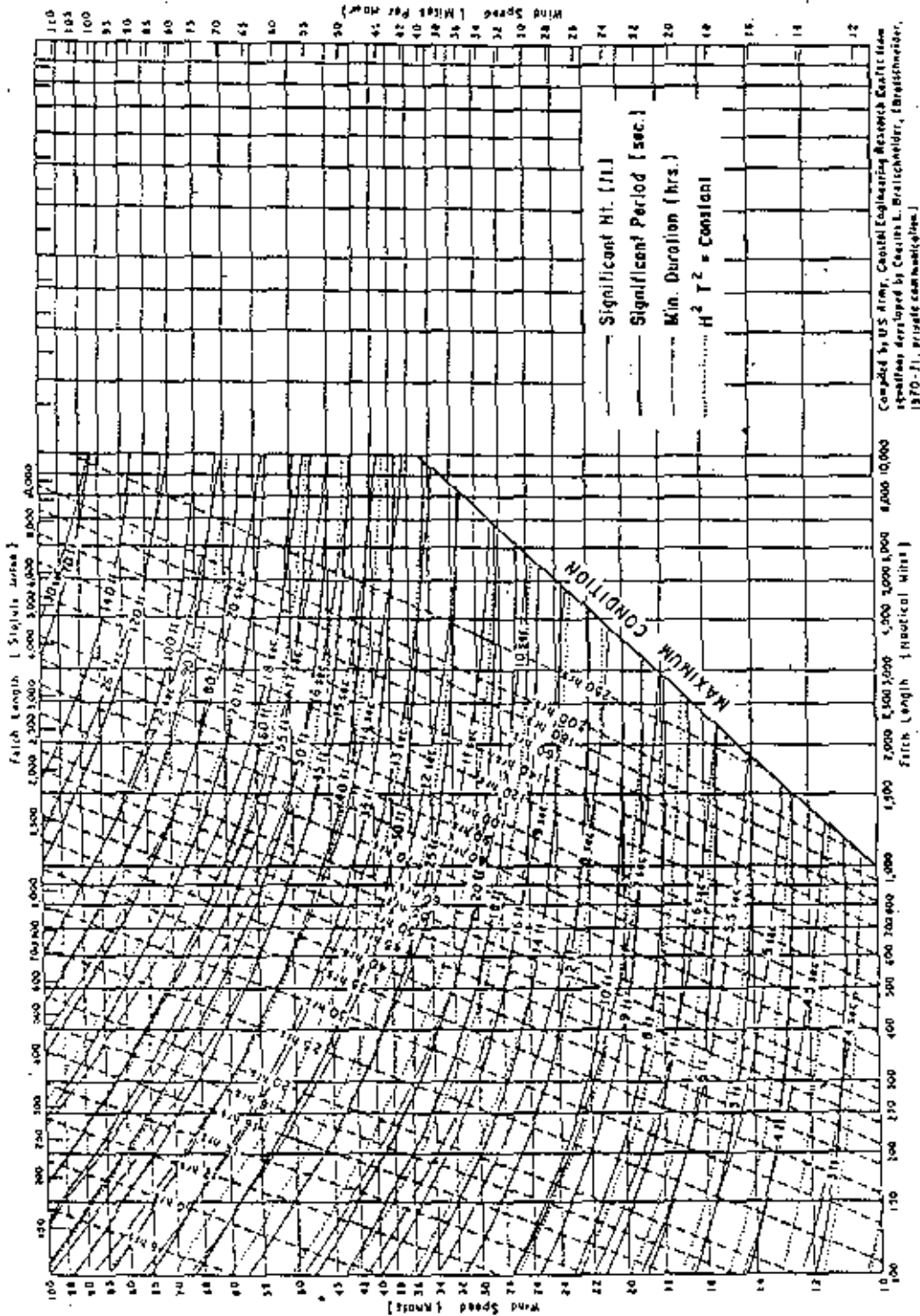
$d/L_0 = 0,61$. Untuk harga-harga yang lainnya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Harga-harga d/L_0 pada Tabel 3.1. ternyata mempunyai harga lebih besar dari $1/2$. Dengan demikian perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dikategorikan sebagai perairan dalam. Jadi sekarang kita dapat menyimpulkan bahwa gelombang ternyata tidak menimbulkan angkutan sedimen (sediment transport).

Tugas Akhir



Gambar 3.3.a. Deepwater Wave Forecasting Curves as a Function of Wind Speed, Fetch Length, and Wind Duration (for Fetches 1 to 1,000 miles)



Gambar 3.3.b. Deepwater Wave Forecasting Curves as a Function of Wind Speed, Fetch Length, and Wind Duration (for Fetches of 100 to more than 1,000 miles)

Tugas Akhir

Tabel 3.1. Parameter Gelombang

No	Arah	Fetch (Nmil)	V (m/s)	T s	Ho		Co (m/s)	Lo (m)	Ho/Lo -	d/Lo -
					(ft)	(m)				
1	Utara Timur laut	21,31 4,43	15	3,55	2,60	0,79	5,54	19,66	0,04	0,61
2			28	3,65	3,00	0,91	5,70	20,78	0,04	0,58
3			23	3,29	2,47	0,75	5,13	16,88	0,04	0,71
4			15	2,60	1,45	0,44	4,06	10,54	0,04	1,13
5			15	2,60	1,45	0,44	4,06	10,54	0,04	1,13
6			18	2,88	1,80	0,54	4,49	12,94	0,04	0,93
7			20	3,04	2,00	0,61	4,74	14,42	0,04	0,83
8			15	2,60	1,45	0,44	4,06	10,54	0,04	1,13
9			15	2,60	1,45	0,44	4,06	10,54	0,04	1,13
10			10	2,06	0,87	0,27	3,21	6,62	0,04	1,92
11	Timur	5,24	14	2,50	1,33	0,41	3,90	9,75	0,04	1,23
12			15	2,60	1,45	0,44	4,06	10,54	0,04	1,13
13			25	3,41	2,66	0,81	5,31	18,14	0,04	1,13
14			18	2,88	1,80	0,54	4,49	12,94	0,04	0,93
15			10	2,06	0,87	0,27	3,21	6,62	0,04	1,92
16			14	2,50	1,33	0,41	3,90	9,75	0,04	1,23
17			13	2,41	1,25	0,38	3,76	9,06	0,04	1,32
18			25	3,60	2,86	0,87	5,62	20,22	0,04	0,59
19			18	3,00	1,93	0,59	4,68	14,04	0,04	0,85
20			20	3,16	2,20	0,67	4,93	15,58	0,04	0,77
21			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
22			15	2,71	1,57	0,48	4,23	11,46	0,04	1,05
23			20	3,16	2,20	0,67	4,93	15,58	0,04	0,77
24			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
25			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
26			11	2,29	1,07	0,33	3,57	8,18	0,04	1,47
27			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
28			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
29			11	2,29	1,07	0,33	3,57	8,18	0,04	1,47
30			11	2,29	1,07	0,33	3,37	8,18	0,04	1,47
31			10	2,11	0,92	0,28	3,29	6,95	0,04	1,73
32			10	2,11	0,92	0,28	3,29	6,95	0,04	1,73
33			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
34			11	2,29	1,07	0,33	3,57	8,18	0,04	1,47
35			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
36			11	2,29	1,07	0,33	3,57	8,18	0,04	1,47
37			10	2,11	0,92	0,28	3,29	6,95	0,04	1,73
38			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
39			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
40			7	1,69	0,59	0,18	2,64	4,46	0,04	2,69

Tugas Akhir

Lanjutan Tabel 3.1.

No	Arah	Fetch (Nmil)	V (m/s)	T s	Ho		Co (m/s)	Lo (m)	Ho/Lo -	d/Lo -
					(ft)	(m)				
41	Timur	5,24	7	1,69	0,59	0,18	2,64	4,46	0,04	2,69
42			6	1,53	0,49	0,15	2,39	3,65	0,04	3,29
43			6	1,53	0,49	0,15	2,39	3,65	0,04	3,29
44			10	2,11	0,92	0,28	3,29	6,95	0,04	1,73
45			18	3,00	1,93	0,59	4,68	14,04	0,04	0,85
46			13	2,50	1,32	0,40	3,90	9,75	0,04	1,23
47			10	2,11	0,92	0,28	3,29	6,95	0,04	1,73
48			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
49			12	2,36	1,20	0,37	3,68	8,69	0,04	1,38
50			16	2,77	1,70	0,52	4,32	11,97	0,04	1,00
51			15	2,71	1,57	0,48	4,23	11,46	0,04	1,05
52			15	2,71	1,57	0,48	4,23	11,46	0,04	1,05
53	Tenggara	2,32	30	3,23	2,53	0,77	5,04	16,20	0,04	0,74
54			13	2,06	0,92	0,28	3,21	6,62	0,04	1,81
55			12	2,00	0,84	0,26	3,12	6,24	0,04	1,92
56			12	2,00	0,84	0,26	3,12	6,24	0,04	1,92
57			13	2,06	0,92	0,28	3,21	6,62	0,04	1,81
58			15	2,25	1,13	0,34	3,51	7,90	0,04	1,52
59			13	2,06	0,92	0,28	3,21	6,62	0,04	1,81
60			7	1,45	0,44	0,13	2,26	3,28	0,04	3,66
61			9	1,68	0,60	0,18	2,62	4,40	0,04	2,73
62			10	1,78	0,68	0,21	2,78	4,94	0,04	2,43
63			10	1,78	0,68	0,21	2,78	4,94	0,04	2,43
64			10	1,78	0,68	0,21	2,78	4,94	0,04	2,43
65			11	1,88	0,76	0,23	2,93	5,51	0,04	2,18
66			11	1,88	0,76	0,23	2,93	5,51	0,04	2,18
67			11	1,88	0,76	0,23	2,93	5,51	0,04	2,18
68			10	1,78	0,68	0,21	2,78	4,94	0,04	2,43
69			10	1,78	0,68	0,21	2,78	4,94	0,04	2,43
70			11	1,88	0,76	0,23	2,93	5,51	0,04	2,18
71	Barat laut	11,27	22	3,92	3,33	1,02	6,13	23,97	0,04	0,50
72			18	3,50	2,66	0,81	5,46	19,11	0,04	0,63
73			20	3,73	2,93	0,89	5,82	21,70	0,04	0,55
74			20	3,73	2,93	0,89	5,82	21,70	0,04	0,55
75			18	3,50	2,66	0,81	5,46	19,11	0,04	0,62
76			12	2,80	1,60	0,49	4,37	12,23	0,04	0,98
77			13	2,92	1,75	0,53	4,56	13,30	0,04	0,90
78			12	2,80	1,60	0,49	4,37	12,23	0,04	0,98

Tugas Akhir

3.2. ANALISA KIMIA MATERIAL DASAR

Dari hasil penelitian kimia material dasar di Lab. TP FTSP ITS didapat kadar $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (Dolomit) yang besar. Kadar dolomit itu dapat kita lihat pada Tabel 2.4.

Dolomit adalah salah satu jenis dari limestone (batu kapur). Menurut *Element of Engineering Geologi by H. Ries PhD and Thomas Watson PhD, 1930*, Limestone dibagi-bagi menjadi beberapa bagian seperti pada Tabel 3.2. dibawah ini :

Tabel 3.2. Analysis Limestone

Particle	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	CO ₂	H ₂ O	SO ₃
I	—	—	—	56,00	—	44,00	—	—
II	—	—	—	30,44	21,73	47,83	—	—
III	0,72	1,50	—	54,28	0,80	44,00	—	—
IV	0,06	0,80	—	55,00	—	43,22	—	0,05
V	3,83	2,31	—	52,16	0,14	41,64	—	0,20
VI	0,08	0,25	—	30,46	21,48	47,58	—	—
VII	5,50	1,30	—	28,20	20,20	44,30	—	—
VIII	7,60	0,75	—	50,05	0,30	41,30	—	—
IX	6,22	1,70	0,86	47,86	0,04	42,11	—	—
X	28,72	12,28	5,22	25,54	1,10	24,40	—	1,53
XI	15,32	9,13	2,25	25,50	12,35	34,20	1,20	nd

Add :

- I. Calcite
- II. Dolomite
- III. Pure limestone, Smith's Basin. NY
- IV. Boglime, Newaygo, Mich
- V. Chalk, Western PC Co Yankton. SD
- VI. Dolomite, Canaan Conn
- VII. Magnesian limestone Oxford Furnace Sussex County. NJ
- VIII. Hydraulic limestone, Malain France
- IX. Impure bog lime, Montezume. NY
- X. Natural cement rock, Cumberland. Md
- XI. Natural cement rock, Rondout

Tugas Akhir

Telah kita ketahui bersama bahwa daerah sekitar kota Gresik dan P.Madura adalah merupakan pegunungan kapur. Menurut buku yang berjudul *The Geological of Indonesia* by RW Van Bemmeker, 1970, kota Gresik dan P.Madura mengandung senyawa CaO , MgO , CO_2 dan sedikit mengandung SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , H_2O , SO_3 . Ini berarti tanah disekitar kota Gresik dan P.Madura dapat dikategorikan sebagai dolomit. Hasil selengkapnya dapat kita lihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Unsur kimia tanah Gresik dan P.Madura

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
A ₁	55,37	0,34	43,65	-	-	-	-	0,13	0,10	-
A ₂	45,90	14,80	44,64	-	-	0,23	-	0,34	0,39	-
A ₃	53,57	0,06	41,30	-	-	-	1,28	-	3,92	-
A ₄	52,25	0,48	41,73	-	-	-	2,39	-	3,06	-
A ₅	51,97	0,13	41,99	-	-	-	1,55	-	4,54	-
A ₆	52,22	0,32	41,68	-	-	-	2,68	-	2,08	-
A ₇	52,60	0,14	41,89	-	-	-	2,60	-	1,84	-
A ₈	31,98	16,42	-	42,45	1,46	-	4,61	-	1,72	-
A ₉	54,76	-	-	41,37	-	1,06	-	-	0,86	-
A ₁₀	55,52	0,48	43,44	-	-	tr	-	0,09	0,07	-
A ₁₁	32,04	7,59	-	33,37	-	17,4	-	-	7,80	0,19
A ₁₂	55,50	-	-	43,64	-	0,04	-	-	0,52	-
A ₁₃	42,74	10,80	-	44,95	-	0,59	-	-	0,44	tr
B	40,85	12,33	-	45,52	0,40	-	-	-	1,18	-
C	27,60	17,08	-	39,93	2,67	8,44	-	2,98	-	-

Add :

- A - Gresik
- B - Bangkalan
- C - Arosbaya (Madura)
- I - CaO
- II - MgO
- III - Loss on ignition
- IV - CO_2

- V - H_2O
- VI - Insoluble in HCl
- VII - SiO_2
- VIII - Soluble SiO_2
- IX - Fe_2O_3 & Al_2O_3
- X - SO_3

Jadi dapat disimpulkan bahwa material dasar di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik berasal dari pegunungan kapur Gresik dan P.Madura. Material tersebut

Tugas Akhir

merupakan hasil pengangkutan sedimen yang melalui sungai-sungai disekitar pelabuhan PT.Petrokimia Gresik. Bila kita lihat pada Gambar 2.1. maka S.Miring dan S.Lamong sebagai penyuplai sedimen yang paling besar.

Disamping itu karena pelabuhan PT.Petrokimia Gresik terletak diantara pegunungan kapur Gresik dan P.Madura maka kemungkinan besar jenis tanah di daerah ini tidak berbeda jauh dengan kondisi di kedua pegunungan kapur tersebut. Jadi hasil sedimentasi di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik juga dapat berasal dari daerah sekitarnya. Hal ini dapat terjadi karena adanya arus laut yang mengalir didaerah tersebut.

3.3. ANALISA FISIK MATERIAL DASAR

Didalam analisa kimia material dasar telah diterangkan bahwa penyuplai sedimen yang paling besar berasal dari S.Miring dan S.Lamong. Aliran air yang ada di kedua sungai ini dapat mengakibatkan material pegunungan kapur terpecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil, kemudian membawa pecahan material tersebut ke daerah yang lebih rendah. Pecahan material itu akan mengendap di suatu tempat tergantung dari besarnya kecepatan aliran sungai dan ukuran butiran material. Menurut tempat terjadinya pengendapan maka kecepatan aliran sungai dan ukuran butiran material dapat ditentukan seperti pada Tabel 3.4.

Tugas Akhir

Tabel 3.4. Kecepatan aliran air dan Ukuran butiran material

Tempat	Kecepatan aliran air	Ukuran butiran material
Pegunungan	Sangat cepat sampai lambat	Gravel, sand & silt
Dataran rendah	Cepat sampai lambat	Gravel, sand, silt & clay
Muara sungai (pantai)	Lambat sampai berhenti	Sand, silt & clay

Jadi material sedimen yang dapat dibawa oleh aliran sungai ke perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik adalah berukuran sand, silt dan clay.

Bila kita melihat posisi pengambilan material dasar (Gambar 2.3) dan hasil analisa butiran material dasar (lihat tabel 2.3), maka kita dapat menyimpulkan :

1. Material pada posisi 2,3,6,7 dan 8 sebagian besar merupakan hasil sedimentasi material dari sungai. Karena arus laut di daerah ini rendah maka sebagian besar material berukuran pasir dan lanau.
2. Material pada posisi 1 dan Arus A masih sebagian besar merupakan hasil sedimen dari sungai, hanya saja ukuran material agak kasar dari pada posisi diatas. Hal ini karena arus laut di daerah ini lebih cepat daripada posisi diatas.
3. Material pada posisi 4 dan 5 sebagian kecil merupakan hasil sedimen dari sungai, karena material di daerah ini mengandung gravel dan pasir kasar. Kemungkinan material ini adalah hasil penggerusan dasar laut oleh arus laut.

Tugas Akhir

3.4. ANALISA ARUS LAUT

Hasil penyelidikan arus laut di perairan pelabuhan PT.Petrokimia Gresik (lihat Tabel 2.2.) menunjukkan bahwa arus laut berubah-ubah menurut perioda tertentu, yaitu satu perioda kearah selatan kemudian satu perioda kearah utara. Begitulah seterusnya.

Suatu butiran tanah dapat bergerak karena kecepatan kritis butiran terlampaui. Arah pergerakan butiran tersebut akan mengikuti arah arus. Jadi apabila kecepatan arus laut di perairan pelabuhan PT.Petrokimia melebihi kecepatan kritis butiran material dasar di daerah tersebut maka butiran tersebut akan bergerak mengikuti arah arus saat itu.

Untuk mengetahui kecepatan kritis suatu butiran, kita dapat menggunakan Gambar 3.4. sebagai pertolongan. Dengan memasukkan harga ukuran butiran (D), maka dari hasil perpotongan garis ukuran butiran dengan kurva didapatkan harga kecepatan geser kritis ($V_* \text{ crit}$). Kemudian kecepatan kritis ($V \text{ crit}$) didapat dengan perumusan sebagai berikut :

$$V \text{ crit} = \frac{V_* \text{ crit}}{\sqrt{g} / C}$$

dimana, $V_* \text{ crit}$: kecepatan geser kritis

g : grafitasi bumi

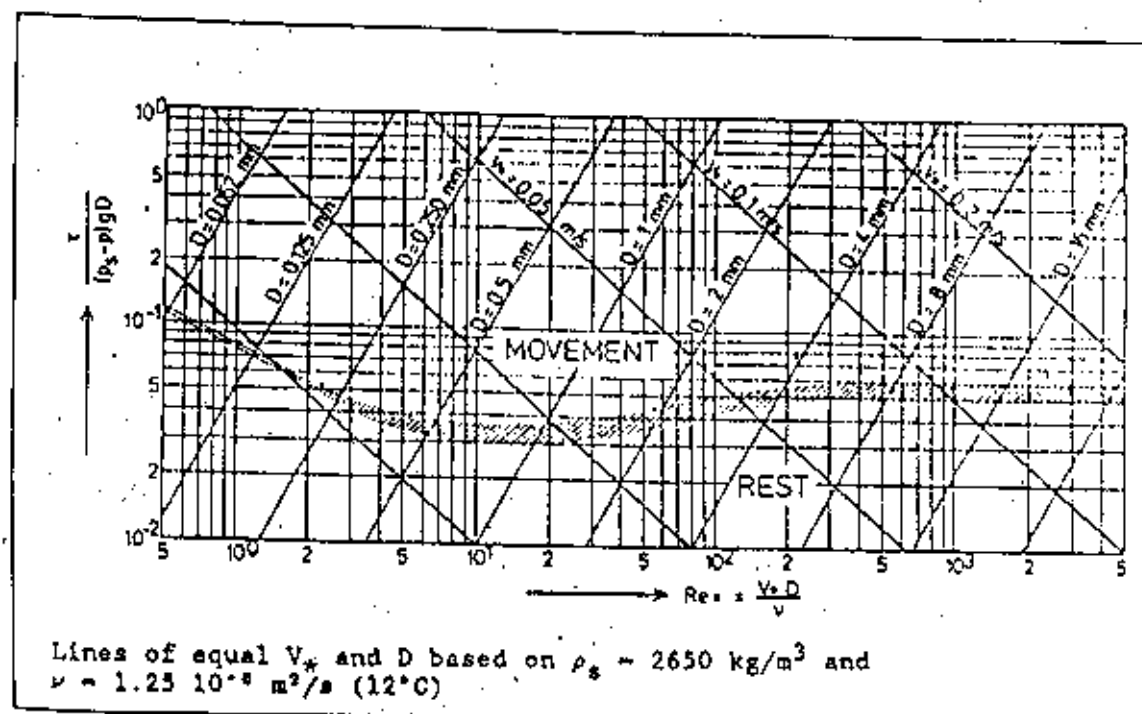
C : koefisien Chezy

$$C = 18 \log (12h/r)$$

h : kedalaman laut

r : kekasaran tanah dasar (0,01 s/d 0,10)

Tugas Akhir



Gambar 3.4. Shields curve

Disini kita akan menganalisa kecepatan kritis material dasar yang mempunyai posisi relatif sama dengan posisi pengukuran arus laut. Untuk keperluan ini kita dapat mengambil data dari Gambar 2.3, Gambar 3.4, Tabel 2.2. dan Tabel 2.3. Hasil analisa ini tercantum dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5. Kecepatan kritis butiran dan kecepatan maximum arus

Posisi	D (mm)	\bar{h} (m)	r (m)	g (m/s^2)	C	V_{*crit} (m/s)	V_{crit} (m/s)	V_{max} (m/s)
A	$D_{50} = 0,221$	3,87	0,06	9,81	59,25	0,014	0,247	0,702
	$D_{90} = 0,740$					0,020	0,352	
	$D_{max} = 2,000$					0,039	0,688	
D/5	$D_{50} = 3,500$	17,16	0,06	9,81	63,64	0,056	1,136	1,493
	$D_{90} = 12,286$					0,113	2,292	
	$D_{max} = 19,050$					0,150	3,043	

Tugas Akhir

Pada posisi 5 ternyata tidak semua ukuran butiran material dasar dapat digerakkan oleh arus laut. Apalagi didapatkan kenyataan bahwa kecepatan kritis butiran material dasar mempunyai harga 2 kali lebih besar dari kecepatan maximum arus laut.

Dari sini dapat dipastikan bahwa ada arus yang lebih kuat daripada arus laut. Arus ini kemungkinan besar ditimbulkan oleh baling-baling kapal. Untuk itu marilah kita mencoba menganalisa pengaruh akibat pergerakan kapal.

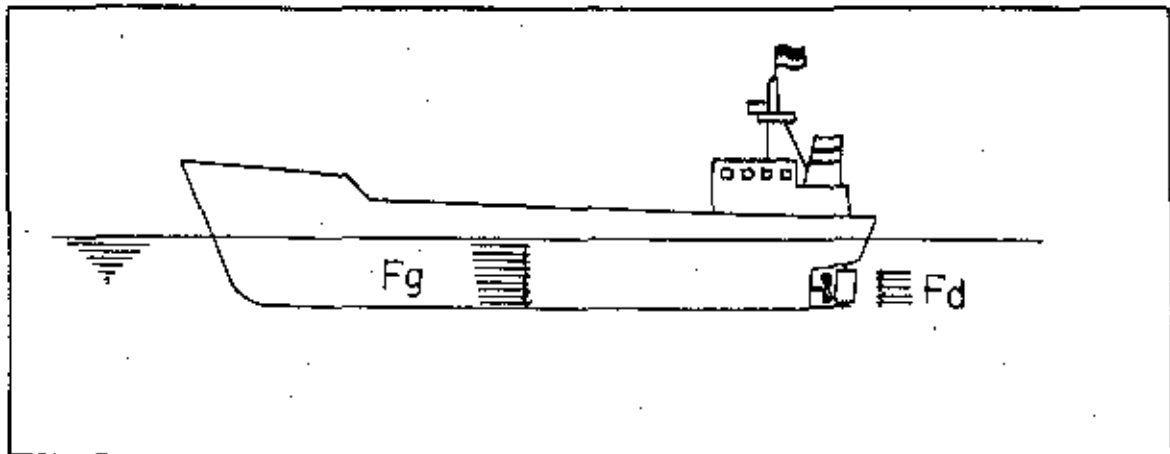
3.5. ANALISA KONTRUKSI DERMAGA DAN KARAKTERISTIK KAPAL

Sebelum kita menganalisa karakteristik kapal, alangkah baiknya kita meninjau terlebih dahulu konstruksi dermaga. Seperti yang telah diterangkan dalam Bab II bahwa konstruksi dermaga adalah tiang pancang yang berdiameter 1200 mm, dengan jarak antara tiang pancang pada arah melintang (menghadap arah arus) minimum 6000 mm. Ini berarti jarak antara tiang pancang adalah 5,0 kali diameternya. Jadi perubahan kecepatan arus laut relatif kecil dan pengaruhnya dapat diabaikan.

Sekarang kita mencoba menghitung besarnya arus yang ditimbulkan oleh baling-baling kapal. Untuk menyederhanakan perhitungan arus akibat baling-baling kapal maka kita menganggap kondisi angin dan arus laut dalam kondisi tenang (nilai kecepatannya sama dengan nol).

Tugas Akhir

Jadi kita menggunakan persamaan gaya sebagai berikut :



$$F_d - F_g = m \cdot a$$

dimana,

■ F_d : Gaya dorong kapal

$$F_d = \rho_w \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D_r^2 \cdot V \cdot (V_4 - V_1)$$

ρ_w : massa jenis air laut (1026 kg/m^3)

D_r : diameter baling-baling kapal

V_1 : kecepatan relatif air sebelum melalui baling-baling kapal

V_4 : kecepatan relatif air setelah melalui baling-baling kapal

V : kecepatan relatif air saat melalui baling-baling kapal

$$V = \frac{V_1 + V_4}{2}$$

■ F_g : Gaya geser akibat pergerakan kapal

$$F_g = 0,14 \cdot A_g \cdot V_1^2$$

Tugas Akhir

Ag : luas geser kapal

$$Ag = (2D+B).L$$

D : draft kapal

B : Lebar kapal

■ m : massa kapal

$$m = \frac{W_1 + W_2}{g}$$

W₁ : displacement weight

$$W_1 = C_b.L.B.D.\rho_w.g$$

C_b : koefisien block (0,65-0,75)

L : panjang kapal

g : gravitasi bumi (9,81 m/s²)

W₂ : additional weight

$$W_2 = 1/4.\pi.D^2.\rho_v.g.L$$

■ a : percepatan gerak kapal

Pada kenyataan sekarang ini, dermaga di bagian sebelah luar dermaga dapat disandari kapal lebih besar dari 30.000 DWT. Dan di bagian dalam dermaga lebih sering digunakan kapal lebih kecil dari 10.000 DWT.

Mengingat arah pergerakan kapal di sebelah dalam dermaga tidak menentu maka sulit untuk menentukan arah pergerakan sedimennya. Oleh karena itu, disini kita hanya menganalisa pengaruh pergerakan kapal di sebelah luar dermaga.

Tugas Akhir

Sebagai contoh perhitungan kita ambil data kapal sebagaimana yang tercantum dalam Gambar 3.5.

$$L(pp) = 192,000 \text{ m}$$

$$B(pp) = 27,500 \text{ m}$$

$$D(pp) = 11,097 \text{ m}$$

$$Dr = 6,000 \text{ m (diambil } \pm 1/2 D)$$

Bila diketahui percepatan gerak kapal (a) sebesar $0,06 \text{ m/s}^2$ dan diambil kecepatan gerak kapal (V_1) sebesar $0,15 \text{ m/s}$. Pengambilan $V_1 = 0,15 \text{ m/s}$ ini dimaksudkan untuk mendapatkan arus laut yang besar. Hal ini dikarenakan kapal pada saat akan bergerak membutuhkan gaya dorong yang besar, sehingga arus laut yang terjadi juga besar.

Hasil perhitungan dapat kita lihat dibawah ini :

$$W_1 = C_b \cdot L \cdot B \cdot D \cdot \rho_v \cdot g$$

$$= 0,65 \cdot 192 \cdot 27,5 \cdot 11,097 \cdot 1026 \cdot 9,81$$

$$= 383.326,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$W_2 = 1/4 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot \rho_v \cdot g \cdot L$$

$$= 1/4 \cdot \pi \cdot (11,097)^2 \cdot 1026 \cdot 9,81 \cdot 192$$

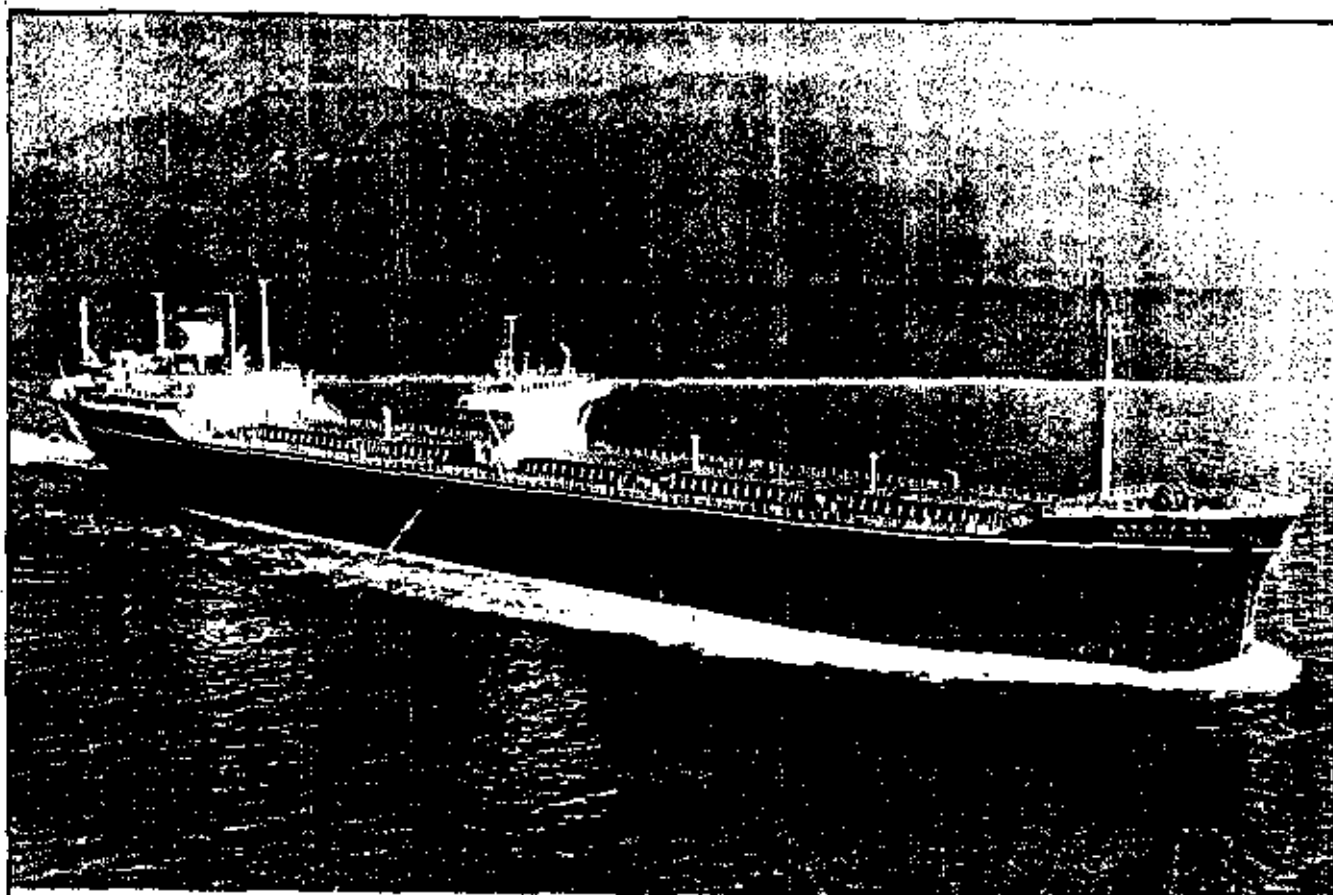
$$= 186.904 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$m = \frac{W_1 + W_2}{g}$$

$$= \frac{(383.326,8 + 186.904) \cdot 10^3}{9,81}$$

$$= 58.127,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$$

Tugas Akhir



Gambar 3.5. Data kapal

SANTA CRUZ MARU

Owner :	Chiyoda Kaseki Yuso K. K.
Classification :	NS, MINS
Length (o. n.):	202.86 m
Length (p. p.):	192.00 m
Breadth (p. p.):	27.50 m
Depth (p. p.):	14.90 m
Draft (p. p.):	11.073 m
Gross Tonnage :	22,750 Tons
Deadweight :	37,097 Tons
Ore Hold Capacity :	20,091 m
Speed :	17.20 knots
Main Generator :	850 KVA (280 KW) x 31 rpm 2 sets
Delivery :	October, 1966
Builder :	Mitsubishi Shipbuilding & Engineering Co., Ltd. Furukawa Works

Tugas Akhir

$$A_g = (2D+B) \cdot L$$

$$= (2 \cdot 11,097 + 27,5) \cdot 192$$

$$= 9541 \text{ m}^2$$

$$F_g = 0,14 A_g V_1^2$$

$$= 0,14 \cdot 9541 \cdot 0,15^2$$

$$= 30,05 \text{ N}$$

$$F_d = \rho \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot D_r^2 \cdot V \cdot (V_4 - V_1)$$

$$= \rho \cdot 1/4 \cdot \pi \cdot D_r^2 \cdot \left(\frac{V_1 + V_4}{2} \right) \cdot (V_4 - V_1)$$

$$= \rho \cdot 1/8 \cdot \pi \cdot D_r^2 \cdot (V_4^2 - V_1^2)$$

$$= 1026 \cdot 1/8 \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot (V_4^2 - 0,15^2)$$

$$= (14504,7 V_4^2 - 326,36) \text{ N}$$

$$F_d - F_g = m \cdot a$$

$$14504,7 V_4^2 - 326,36 - 30,05 = (58127,5 \cdot 10^3) \cdot 0,06$$

$$V_4^2 = 240,47$$

$$V_4 = 15,50 \text{ m/s (kecepatan air terhadap kapal)}$$

Jadi kecepatan aliran air terhadap dasar laut adalah :

$$V_{\text{arus}} = V_4 - V_1$$

$$= 15,50 - 0,15$$

$$= 15,35 \text{ m/s}$$

Catatan : Bila kecepatan arus laut dan angin besar serta arahnya berlawanan dengan arah gerak kapal maka gaya dorong yang diperlukan semakin besar. Hal ini juga berarti arus yang ditimbulkan oleh baling-baling kapal semakin besar dari harga tersebut diatas.

Tugas Akhir

Dari hasil perhitungan tersebut telah dapat disimpulkan bahwa arus yang disebabkan oleh arus baling-baling kapal dapat menggerus material dasar di daerah tersebut. Hal ini karena kecepatan arus baling-baling kapal sudah jauh melampaui kecepatan kritis butiran.

Butiran material itu digerakkan dari daerah tersebut dan berhenti disuatu tempat apabila kecepatan arus baling-baling kapal telah mendekati kecepatan kritis butiran. Hasil sedimentasinya akan sulit digerakkan oleh arus laut karena kecepatan kritis butiran jauh lebih besar dari kecepatan arus laut.

Arah pergerakan material itu tergantung dari arah pergerakan kapal. Arah pergerakan kapal yang berpengaruh terhadap pergerakan material adalah saat kapal meninggalkan dermaga. Untuk kapal saat sandar ke dermaga tidak berpengaruh terhadap pergerakan material dasar karena baling-baling kapal umumnya dalam keadaan bergerak pelan atau berhenti.

Adapun arah pergerakan kapal itu sendiri tergantung dari radius putar kapal. Radius putar kapal dapat dicari dengan persamaan :

$$R = 2L$$

dimana, R : radius putar minimum kapal

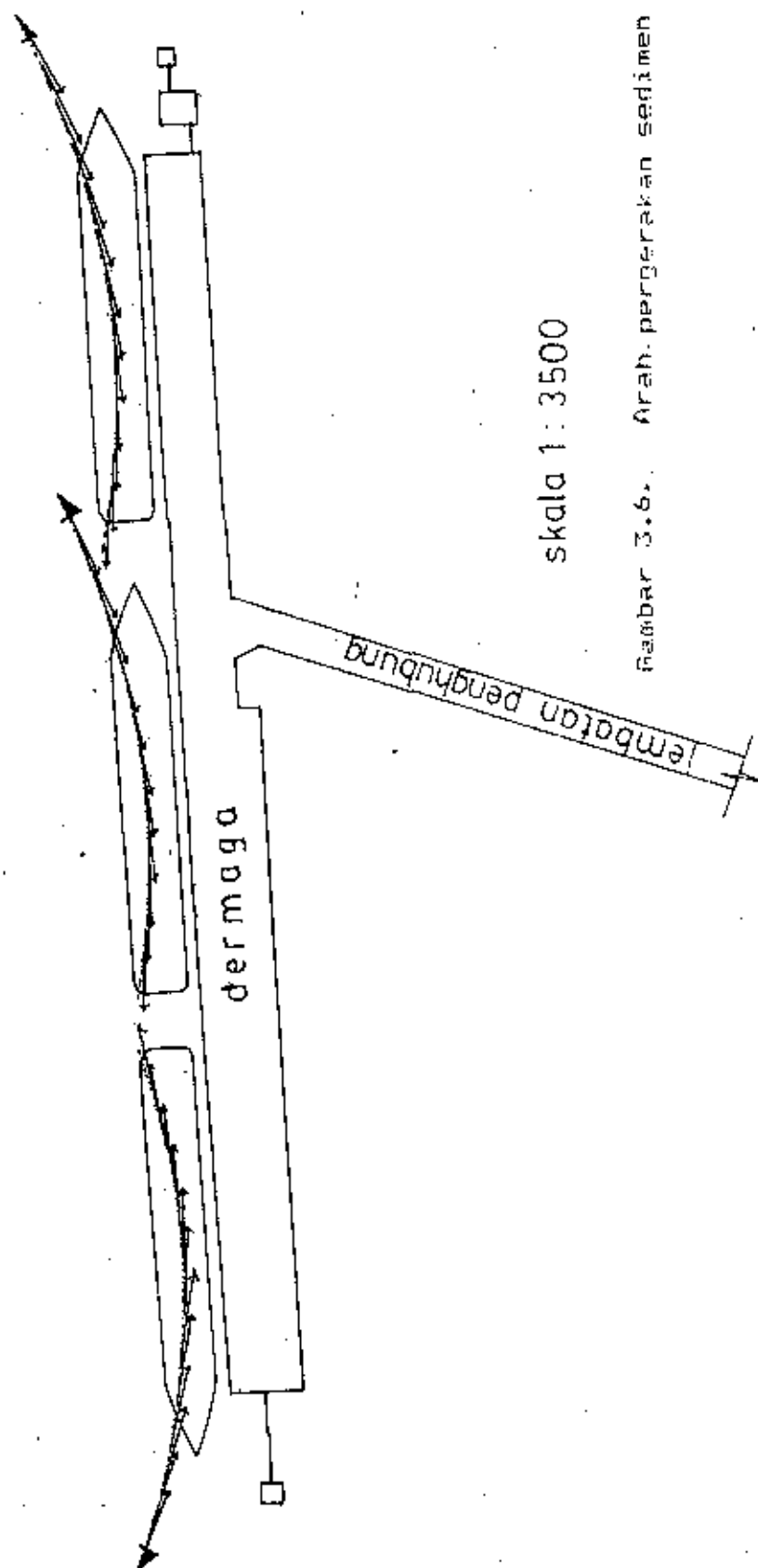
L : panjang kapal

Untuk lebih jelasnya dapat kita lihat Gambar 3.6.

Tugas Akhir

—•— arah pergerakan kapal

—→ arah pergerakan sedimen



skala 1 : 3500

Rambar 3.6. Arah pergerakan sedimen

BAB IV

SEDIMENT TRANSPORT

4.1. Pengertian

Proses sediment transport terdiri dari 3 gerakan :

- gerakan ke atas dari material dasar dan terbawa dalam suspensi air atau hilangnya material dari dasar.
- perpindahan horizontal dari partikel.
- sedimentasi dari partikel.

Sediment transport dapat terjadi di daerah pantai (Litoran sediment transport) dapat diklasifikasikan menjadi dua bagian yaitu : *crossshore (onshore-offshore) sediment transport* dan *longshore sediment transport*.

CROSSSHORE SEDIMENT TRANSPORT

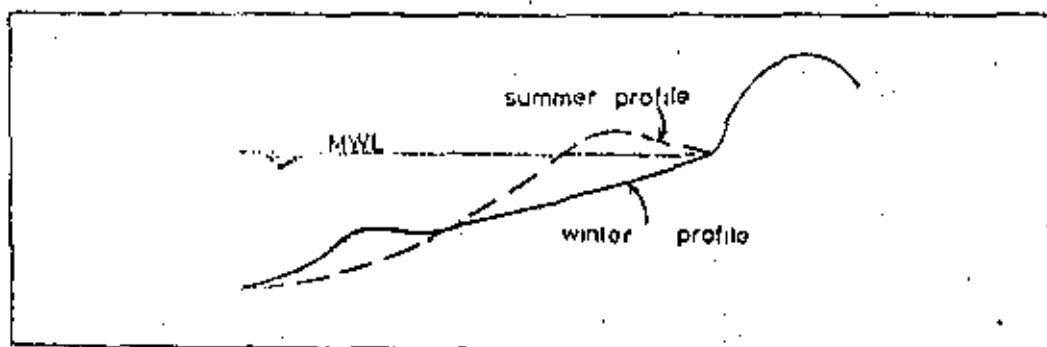
Crossshore sediment transport sangat dipengaruhi oleh adanya gelombang. Sangat sering terjadi pada pantai yang terbentang luas ke arah lautan bebas. Sedang pada pantai yang terletak di selat yang sempit jarang sekali terjadi karena gelombang yang terjadi relatif kecil.

Arah crossshore sediment transport adalah tegak lurus garis pantai. Bila bergerak menuju pantai disebut *onshore sediment transport* dan bila menuju laut dinamakan *offshore sediment transport*.

Tugas Akhir

Offshore sediment transport :

Offshore sediment transport biasanya terjadi pada musim dingin (winter). Kondisi pada musim ini relatif besar. Bila gelombang tersebut melewati propil pantai yang curam maka arus balik (undertow) yang terjadi lebih kuat dari pada arus yang datang. Hal ini akan menyebabkan material dasar terbawa kearah laut. Sehingga pada keadaan ini akan menyebabkan material dasar di surf zone (daerah pecah gelombang) menjadi lebih landai (lihat gambar 4.1).



Gambar 4.1 Pantai pada musim dingin dan panas

Onshore sediment transport :

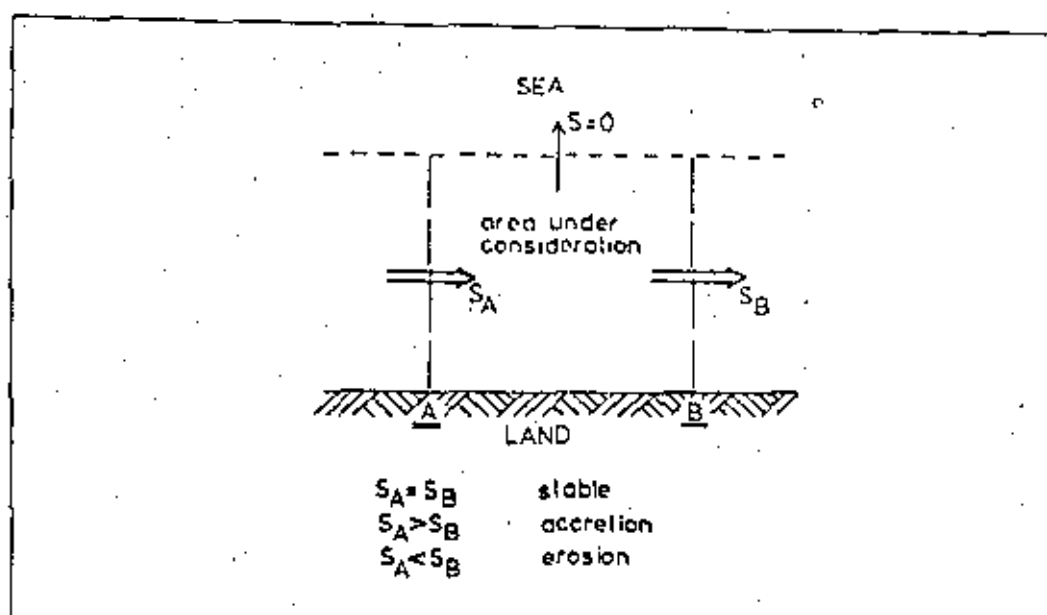
Onshore sediment transport biasanya terjadi pada musim panas (summer) pada musim ini terjadi gelombang relatif kecil. Karena kondisi propil pantai di daerah surf zone lebih landai saat berakhirnya musim dingin (winter) maka akan terjadi arus balik lebih kecil dari pada arus yang datang. Hal ini akan menyebabkan material dasar terbawa

Tugas Akhir

kearah pantai. Sehingga pada keadaan ini menyebabkan profil pantai di surf zone menjadi lebih curam. (lihat gambar 4.1).

LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT

Longshore sediment transport adalah sediment transport yang terjadi disepanjang pantai. Kejadiannya sangat dipengaruhi oleh gelombang ataupun arus pasang surut (tidal current).



Gambar 4.2 transport mass balance

Longshore sediment transport dapat menyebabkan terjadinya erosi atau akresi (sedimentasi) suatu pantai (lihat Gambar 4.2). Erosi dapat terjadi apabila jumlah sedimen yang masuk pada suatu daerah lebih kecil daripada

Tugas Akhir

sedimen yang keluar. Sebaliknya apabila jumlah sedimen yang keluar lebih sedikit daripada yang masuk akan terjadi sedimentasi.

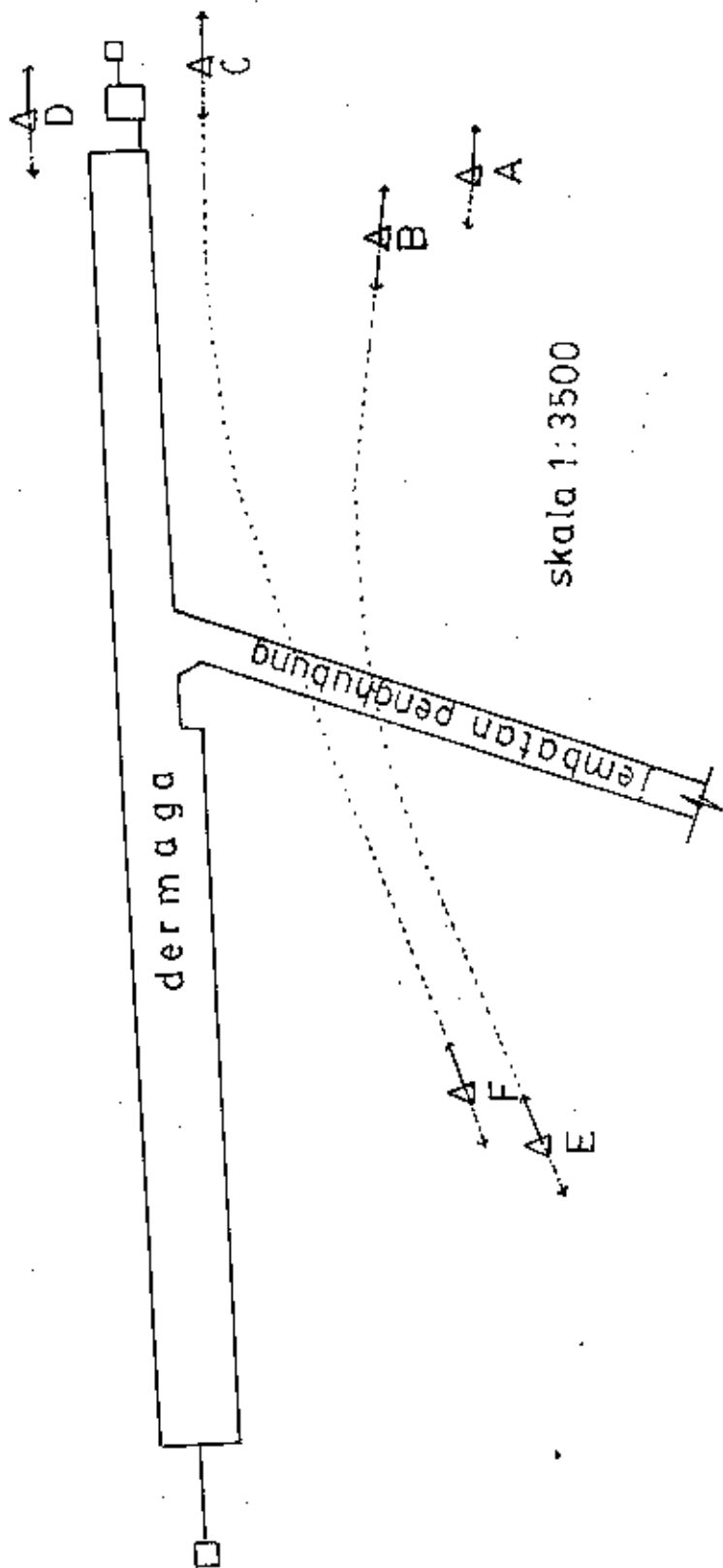
4.2. Perhitungan

Dari hasil analisa penyebab sedimentasi di perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik didapatkan bahwa pergerakan material dasar sangat dipengaruhi oleh arus laut. Tetapi untuk daerah disekitar dermaga, selain dipengaruhi oleh arus pasang surut juga dipengaruhi oleh arus baling-baling kapal.

Mengingat sulit untuk mendapatkan data arah, kecepatan dan lama hembus arus baling-baling kapal, maka disini kita hanya dapat menghitung jumlah sediment transport yang disebabkan oleh arus laut.

Arus laut itu sendiri dapat disebabkan oleh gelombang (wave induced current) ataupun pasang surut (tidal current). Karena hasil antara analisa gelombang didapatkan bahwa pengaruh gelombang sangat kecil maka didaerah ini arus laut sangat dipengaruhi oleh pasang surut.

Dari hasil penyelidikan arus laut didapatkan bahwa arah arus laut sejajar pantai (lihat Gambar 4.3). Ini berarti sediment transport yang terjadi di perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik diklasifikasikan sebagai Longshore sediment transport.



Gambar 4.3. Arak arus di perairan pelabuhan

PT. Pelabuhan Gresik

Tugas Akhir

Banyak perumusan yang diturunkan untuk menghitung Longshore sediment transport, sebagaimana yang terlihat pada Tabel 4.1. Pada umumnya rumus-rumus tersebut dibagi menjadi dua kelompok yaitu berdasarkan energi dan berdasarkan current. Dibawah ini akan diambil yang paling sederhana dari masing-masing kelompok yaitu :

CERC formula

CERC formula adalah rumus yang paling sederhana dari kelompok rumus yang berdasarkan energi. Tetapi walaupun demikian sudah dapat digunakan untuk memperkirakan longshore sediment transport. Pemakaian rumus CERC harus hati-hati dalam mengambil koefisien yang dipakainya serta memperhatikan syarat-syarat pemakaiannya.

Adapun syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam pemakaian rumus CERC adalah :

- a. gaya yang bekerja pada air laut hanya dari gelombang, bila pengaruh lain (misal : tidal current) sangat dominan, maka perumusan CERC tidak dapat digunakan.
- b. rumus CERC tidak berlaku pada 'shoal', tanah tuangan atau dekat saluran lumpur.
- c. diameter pasir $175 \mu\text{m}$ ($0,175 \text{ mm}$) - $1000 \mu\text{m}$ (1 mm).
- d. rumus CERC hanya dapat digunakan untuk menentukan angkutan total, jadi tidak memberikan informasi tentang distribusi angkutan pada surf zone.

Table 4.1. Perumusan longshore sediment transport

Model	Classification
<p>CERC-Formula</p> <p>Davies and Kamphuis (1985)</p> <p>Sayao, Naito and Kamphuis (1985)</p>	<p>Bulk energy model</p> <p>Bulk energy model, includes grain size and beach slope.</p> <p>Bulk energy model, includes grain size and beach slope</p>
<p>Bijker (1971)</p> <p>Englund-Hanson, adaptation by Swart (1976)</p> <p>Fleming (1977)</p> <p>Ackers-White, adaptation by Van der Graaf and Van Oortrem (1979)</p> <p>Ackers-White, adaptation by Fleming and Swart (1982)</p> <p>Nielsen (1979, 1985)</p>	<p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, no incipient motion criterion.</p> <p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, no incipient motion criterion.</p> <p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, includes an incipient motion criterion.</p> <p>Includes an incipient motion criterion.</p> <p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, includes an incipient motion criterion.</p> <p>Includes an incipient motion criterion.</p> <p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, includes an incipient motion criterion.</p> <p>Based on bed and suspended load concentration with a background current, includes an incipient motion criterion.</p>

Tugas Akhir

Bijker formula :

Bijker formula adalah rumus yang paling sederhana dari kelompok rumus yang berdasarkan aliran. Perumusan Bijker lebih kompleks dari pada CERC formula. Pemakaian perumusan Bijker mempunyai beberapa kelebihan antara lain :

- rumus Bijker tidak mengindahkan apakah aliran yang terjadi disebabkan oleh gelombang (wave induced current) atau pasang surut (tidal current). Jadi perumusan Bijker tetap berlaku untuk semua kondisi aliran.
- rumus Bijker dapat memberikan informasi tentang distribusi pengangkutan pada surf zone.

Perhitungan sediment transport di daerah perairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dapat digunakan Bijker formula. Sediment transport yang hanya disebabkan oleh tidal current dapat digunakan formula Bijker sebagai berikut :

* Bed load transport

$$S_b = 5.D_{50} \cdot \frac{V \cdot \sqrt{g}}{C} \exp \left[\frac{-0,27 \cdot \Delta \cdot D_{50} \cdot \rho \cdot g}{\mu \cdot \tau_c} \right]$$

dimana,

g : gravitasi bumi

ρ : massa jenis

ρ_v : massa jenis air laut

ρ_s : massa jenis partikel sedimen

Δ : relatif density

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_v}{\rho_v}$$

Tugas Akhir

D : diameter partikel

D₅₀ : ukuran butiran yang lolos 50% dari contoh tanah dasar

D₉₀ : ukuran butiran yang lolos 90% dari contoh tanah dasar

V : kecepatan rata-rata

h : kedalaman laut

r : kekasaran dasar (0,01 s/d 0,10 m)

C : koefisien Chezy

$$C = -18 \cdot \log(12h/r)$$

$$C_{90} = -18 \cdot \log(12h/D_{90})$$

μ : ripple faktor

$$\mu = [C/C_{90}]^{1.5}$$

τ_0 : tegangan geser dasar

$$\tau_0 = \rho \cdot g \cdot (V/C)^2$$

* Suspended load transport

$S_s = f(A, z_*)$, gunakan Grafik Suspended sediment transport pada Gambar 4.4

A : perbandingan kekasaran dasar dengan kedalaman laut

$$A = r/h$$

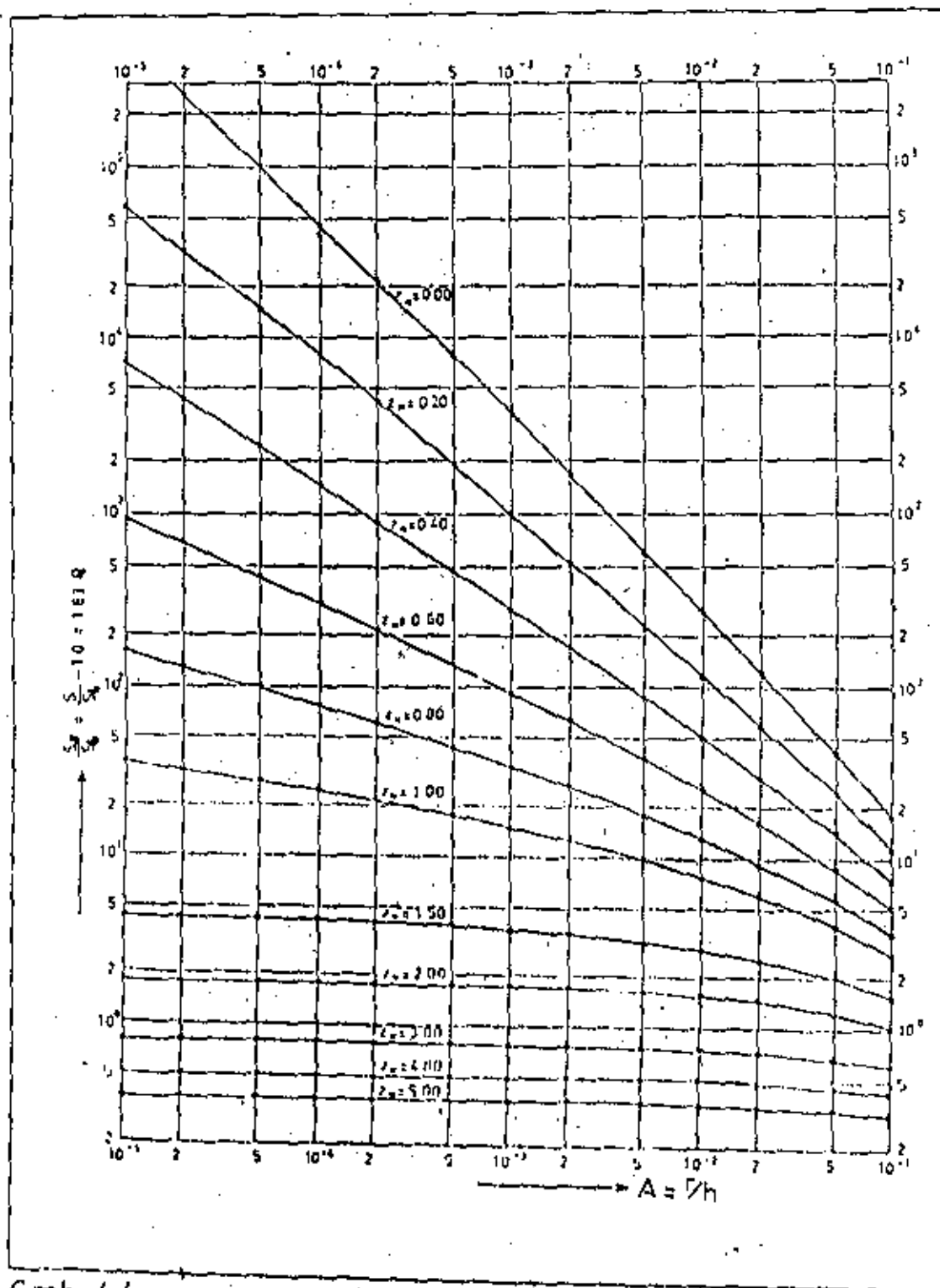
r : kekasaran dasar.

h : kedalaman laut.

z_* : eksponensial part.

$$z_* = w/(\kappa \cdot V_*)$$

Tugas Akhir



Gmb. 4.4. suspended sediment transport parameters.

Tugas Akhir

w : kecepatan jatuh partikel

$$w = 10^{-(0,4758(\log D_{50})^2 + 2,1795(\log D_{50}) + 9,1915)}$$

κ : koefisien Von Karman (0,4).

V_* : kecepatan geser

$$V_* = \sqrt{\tau_0 / \rho_v}$$

τ_0 : tegangan geser dasar.

ρ_v : massa jenis air laut.

■ Total longshore sediment transport

$$S_x = S_b + S_s$$

dimana,

S_b : bed load transport.

S_s : suspended load transport.

Melihat arah pergerakan arus pasang surut (tidal current) pada Gambar 4.3, maka kita hanya dapat menentukan terjadinya erosi atau sedimentasi pada daerah E-B dan F-C. Jadi disini kita hanya menghitung sediment transport pada posisi E (S_E), B (S_B), F (S_F) dan C (S_C).

Contoh perhitungan :

Data-data

Posisi : E

D_{50} : 0,25 E-03 meter

D_{90} : 1,00 E-03 meter

$\rho(s)$: 2897 kg/m³

$\rho(w)$: 1026 kg/m³

Tugas Akhir

$$\Delta : 1,823$$

$$r : 0,06$$

$$\alpha : 0,4$$

$$g : 9,81 \text{ m/s}^2$$

Untuk harga $V = 0,053 \text{ m/s}$

$$h = 2,3 \text{ m}$$

Didapatkan harga :

$$\begin{aligned} C &= 18 \log (12h/r) \\ &= 18 \log (12 \cdot 2,3 / 0,06) \\ &= 47,92 \sqrt{\text{m}} / \text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_{90} &= 18 \log (12h/D_{90}) \\ &= 18 \log (12 \cdot 2,3 / 1,0 \text{ E-}03) \\ &= 79,93 \sqrt{\text{m}} / \text{s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= (C/C_{90})^{3/2} \\ &= (47,92/79,93)^{3/2} \\ &= 0,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \tau_c &= \rho \cdot g \cdot (V/C)^2 \\ &= 1026 \cdot 9,81 \cdot (0,053/47,92)^2 \\ &= 0,012 \text{ N/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_b &= 5 \cdot D_{90} \cdot \frac{V \cdot \sqrt{g}}{C} \exp \left[\frac{-0,27 \cdot \Delta \cdot D_{90} \cdot \rho \cdot g}{\mu \cdot \tau_c} \right] \\ &= 5 \cdot 0,25 \text{ E-}03 \cdot 0,053 \cdot \sqrt{9,81} / 47,92 \cdot \\ &\quad \exp (-0,27 \cdot 1,823 \cdot 0,25 \text{ E-}03 \cdot 1026 \cdot 9,81 / 0,46 \cdot 0,012) \\ &= 0 \text{ m}^2/\text{s} \end{aligned}$$

Tugas Akhir

$$A = r/h$$

$$= 0,06/2,3$$

$$= 0,026$$

$$w = 10^{-(0,4758(\log D_{50})^2 + 2,1795(\log D_{50}) + 3,1915)}$$

$$= 10^{-(0,4758(\log 25E-05)^2 + 2,1795(\log 25E-05) + 3,1915)}$$

$$= 0,031 \text{ m/s}$$

$$V_* = \sqrt{\tau_c / \rho v}$$

$$= \sqrt{0,012/1026}$$

$$= 0,003 \text{ m/s}$$

$$z_* = w / (\kappa \cdot V_*)$$

$$= 0,031 / (0,4 \cdot 0,003)$$

$$= 22,09$$

Dari Gambar 4.4 didapat harga $S_s/S_b = 0,35$

$$S = S_b + S_s$$

$$= (1 + S_s/S_b) \cdot S_b$$

$$= (1 + 0,35) \cdot 0$$

$$= 0 \text{ m}^2/\text{s}$$

Hasil perhitungan seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 4.2.a, 4.2.b, 4.2.c. dan 4.2.d.

Untuk menghitung tingkat sedimentasi/erosi didaerah E-B dan F-C maka kita menyusun hasil perhitungan dari Tabel 4.2.a, 4.2.b, 4.2.c. dan 4.2.d. kedalam Tabel 4.3.a dan 4.3.b.

Tugas Akhir

DATA-DATA:

POSISI : E

D50 = 0,25 E-03 meter

D90 = 1,0 E-03 meter

Rho(s)=2897 kg/m³

Rho(w)=1026 kg/m³

Delta = 1,823

r = 0,05 meter.

x = 0,4

g = 9,81 m/dt²

no	U m/s	V m/s	h m	C m/s	Tc m/m ²	U90 m/s	u -	Sb m ² /s	H -	H m/s	Ux m/s	Ze -	Sx/Sb -	Sx m ² /s	Sx m ² /m
1	0.053	2.3	47.92	0.012	79.93	79.93	0.464290	*****	0.026088	0.030602	0.003463	22.09004	0.35	*****	1.54917E-96
2	0.187	2.3	47.92	0.153	79.93	79.93	0.464290	4.19222E-13	0.026086	0.030602	0.012220	6.260813	0.35	5.65948E-13	0.000000002
3	0.137	2.38	48.19	0.081	80.20	80.20	0.465941	7.05030E-20	0.025210	0.030602	0.008902	8.593438	0.35	9.51790E-20	3.42844E-16
4	0.119	2.39	48.22	0.061	80.23	80.23	0.466030	1.40826E-24	0.025104	0.030602	0.007727	9.900014	0.35	1.90115E-24	6.84414E-21
5	0.033	2.45	48.42	0.004	80.43	80.43	0.467149	*****	0.024489	0.030602	0.002134	35.84352	0.35	*****	*****
6	0.252	2.64	49.00	0.266	81.01	81.01	0.470491	0.000000001	0.022727	0.030602	0.016105	4.750391	0.39	0.000000014	0.0000050611
7	0.133	2.85	49.60	0.072	81.61	81.61	0.473874	2.15226E-21	0.021052	0.030602	0.008387	9.110633	0.35	2.90556E-21	1.04600E-17
8	0.192	2.9	49.74	0.149	81.74	81.74	0.474637	4.19068E-13	0.020689	0.030602	0.012089	6.328308	0.35	5.65743E-13	0.000000002
9	0.216	3.07	50.18	0.186	82.19	82.19	0.477121	1.51310E-11	0.019545	0.030602	0.013480	5.675523	0.35	2.04269E-11	0.0000000735
10	0.105	3.4	50.98	0.042	82.99	82.99	0.481517	5.47562E-32	0.017647	0.030602	0.006450	11.86103	0.35	7.39209E-32	2.66115E-28
11	0.106	3.5	51.21	0.043	83.21	83.21	0.482752	1.17373E-31	0.017291	0.030602	0.005482	11.80136	0.35	1.58453E-31	5.70431E-28
12	0.253	3.47	51.14	0.246	83.15	83.15	0.482386	0.0000000006	0.017291	0.030602	0.015493	4.937946	0.36	0.0000000008	0.0000028161
13	0.283	3.07	50.18	0.320	82.19	82.19	0.477121	0.80000000066	0.019543	0.030602	0.017661	4.331848	0.43	0.0000000095	0.000341223
14	0.223	2.87	49.66	0.202	81.66	81.66	0.474181	4.52843E-11	0.020905	0.030602	0.014064	5.433664	0.35	6.11339E-11	0.000002201
15	0.228	2.56	48.76	0.220	80.77	80.77	0.469119	1.12448E-10	0.023437	0.030602	0.014643	5.224661	0.35	1.51804E-10	0.0000005465
16	0.179	2.24	47.72	0.141	79.72	79.72	0.463085	9.20563E-14	0.026785	0.030602	0.011747	6.512428	0.35	1.24276E-13	0.0000000004
17	0.204	1.98	46.75	0.191	78.76	78.76	0.457392	1.24232E-11	0.030303	0.030602	0.013664	5.598846	0.35	1.67714E-11	0.0000000604
18	0.243	1.75	45.79	0.283	77.79	77.79	0.451576	0.0000000013	0.034285	0.030602	0.016620	4.603235	0.4	0.0000000018	0.0000035652
19	0.191	1.67	45.42	0.177	77.43	77.43	0.449349	3.08155E-12	0.035928	0.030602	0.013168	5.809691	0.35	4.16009E-12	0.000000015
20	0.244	1.69	45.52	0.289	77.52	77.52	0.449913	0.0000000015	0.035502	0.030602	0.016788	4.557056	0.42	0.0000000022	0.00000782
21	0.114	1.69	45.52	0.063	77.52	77.52	0.449913	1.12915E-24	0.035502	0.030602	0.007843	9.753722	0.35	1.52436E-24	5.48769E-21
22	0.225	1.79	45.96	0.241	77.97	77.97	0.452651	2.26048E-10	0.033513	0.030602	0.015390	4.990573	0.35	0.0000000003	0.0000010986
23	0.115	2.02	46.91	0.060	78.92	78.92	0.458323	3.77128E-25	0.029702	0.030602	0.007677	9.965080	0.35	5.09124E-25	1.83285E-21
24	0.36	2.21	47.61	0.575	79.62	79.62	0.462469	0.00000000815	0.027149	0.030602	0.023672	3.230972	0.7	0.0000004786	0.0017230809
25	0.434	2.32	47.93	0.822	80.00	80.00	0.464683	0.0000013881	0.025862	0.030602	0.028320	2.701491	0.9	0.0000026373	0.0094944476

Tabel 4.2.a. Perhitungan sediment transport di posisi E

Tugas Akhir

DATUM DATA:

POSISI : F

D50 = 0,25 E-03 meter

D90 = 1,0 E-03 meter

Rho(s) = 2897 kg/m³

Rho(w) = 1026 kg/m³

Delta = 1,823

r = 0,06 meter

x = 0,4

g = 9,81 m/dt²

no	U	h	n	C	N/h ²	C90	U	Sb	H	u	U _h	Z _k	Ss/Sb	S _k	S _k
m/s	m	m	m/s			m/s		m ² /s	m	m/s	m/s	-	-	m ² /s	m ² /jam
1	0,471	6,18	55,65	0,720	87,66	87,66	0,505879	0,0000011096	0,003708	0,030602	0,026505	2,886435	0,8	0,0000019973	0,0071903055
2	0,253	6,2	55,68	0,207	87,68	87,68	0,506005	1,36298E-10	0,009677	0,030602	0,014231	5,376000	0,36	1,85365E-10	0,0000006673
3	0,335	6,18	55,65	0,364	87,66	87,66	0,505879	0,0000000286	0,009708	0,030602	0,018852	4,058242	0,48	0,0000000423	0,0001523963
4	0,114	6,28	55,78	0,042	87,78	87,78	0,506503	4,37660E-31	0,009554	0,030602	0,008400	11,95242	0,36	5,95217E-31	2,14278E-27
5	0,087	6,5	56,05	0,024	88,05	88,05	0,507836	1,27074E-49	0,009230	0,030602	0,004661	15,73737	0,36	1,72821E-49	6,22155E-46
6	0,356	6,7	56,28	0,358	88,29	88,29	0,509003	0,0000000264	0,008955	0,030602	0,018696	4,092077	0,46	0,0000000386	0,0001389423
7	0,483	6,83	56,43	0,737	88,44	88,44	0,509741	0,0000012407	0,008784	0,030602	0,026804	2,854260	0,82	0,0000022581	0,0081291564
8	0,486	7,02	56,65	0,740	88,65	88,65	0,510790	0,000001272	0,008547	0,030602	0,026868	2,847422	0,82	0,0000023151	0,0083342158
9	0,294	7,13	56,77	0,268	88,78	88,78	0,511363	0,0000000026	0,008415	0,030602	0,016219	4,717061	0,4	0,0000000036	0,000123519
10	0,273	7,3	56,95	0,231	88,96	88,96	0,512279	0,0000000005	0,008219	0,030602	0,015012	5,086393	0,36	0,0000000007	0,0000026432
11	0,097	7,52	57,19	0,028	89,19	89,19	0,513403	4,34435E-42	0,007978	0,030602	0,005312	14,40130	0,36	5,90831E-42	2,12689E-38
12	0,166	7,63	57,29	0,106	89,30	89,30	0,513901	1,72664E-15	0,007874	0,030602	0,010166	7,524234	0,36	2,34823E-15	8,46362E-12
13	0,206	7,61	57,28	0,130	89,29	89,29	0,513852	1,27834E-13	0,007804	0,030602	0,011263	6,792509	0,36	1,73855E-13	0,0000000005
14	0,415	7,57	57,24	0,529	89,24	89,24	0,513653	0,0000002976	0,007826	0,030602	0,022707	3,369278	0,7	0,00000035059	0,0018213321
15	0,454	7,55	57,22	0,633	89,22	89,22	0,513553	0,0000006905	0,007947	0,030602	0,024850	3,078734	0,78	0,000001229	0,0044245712
16	0,443	7,54	57,21	0,603	89,21	89,21	0,513503	0,0000005571	0,007957	0,030602	0,024252	3,154610	0,76	0,0000009805	0,0035296841
17	0,444	7,54	57,21	0,607	89,21	89,21	0,513503	0,0000005742	0,007957	0,030602	0,024394	3,143964	0,76	0,0000010106	0,0036383036
18	0,527	7,44	57,10	0,857	89,11	89,11	0,512953	0,0000021600	0,008064	0,030602	0,028903	2,646950	1	0,0000043217	0,0155580259
19	0,267	7,32	56,97	0,221	88,98	88,98	0,512383	0,0000000003	0,008196	0,030602	0,014676	5,212876	0,36	0,0000000004	0,0000015971
20	0,145	7,23	56,88	0,065	88,88	88,88	0,511913	8,57302E-22	0,008298	0,030602	0,007983	9,582590	0,36	1,16593E-21	4,19755E-18
21	0,266	6,96	56,58	0,222	88,59	88,59	0,510463	0,0000000003	0,008620	0,030602	0,014723	5,196270	0,36	0,0000000005	0,0000015488
22	0,277	6,73	56,39	0,244	88,39	88,39	0,509516	0,0000000009	0,007836	0,030602	0,015423	4,560338	0,36	0,0000000012	0,0000044645
23	0,249	6,62	56,19	0,197	88,20	88,20	0,508541	7,71071E-11	0,007808	0,030602	0,013878	5,512627	0,36	1,04866E-10	0,0000003775
24	0,042	6,51	56,06	0,005	88,06	88,06	0,507895	*****	0,003216	0,030602	0,002346	32,60582	0,36	*****	*****
25	0,041	6,3	55,80	0,005	87,81	87,81	0,506526	*****	0,003523	0,030602	0,002301	33,24937	0,36	*****	*****

Tabel 4.2.b. Perhitungan sediment transport di posisi F

Tugas Akhir

DATA-DATA:

POSISI : B

D50 = 0,221 E-03 meter

Q90 = 0,74 E-03 meter

$\rho_{\text{sed}} = 2638 \text{ kg/m}^3$

$\rho_{\text{air}} = 1026 \text{ kg/m}^3$

Delta = 1,589

r = 0,06 meter

x = 0,4

g = 9,81 m/dt²

no	v m/s	h m	c m/s	Tc N/m ²	Q90 m/s	u -	Sb m ² /s	R -	H m/s	Vx m/s	Z*	Ss/Sb -	Sx m ² /s	Sx m ² /joh
1	0,409	9,03	58,62	0,489	92,98	0,500592	0,00000518	0,006644	0,026155	0,021852	2,992222	0,79	0,0000009272	0,0033379452
2	0,621	8,95	58,55	1,132	90,55	0,511993	0,0000050641	0,006703	0,026155	0,032119	1,968384	1,9	0,0000146858	0,0528689133
3	0,568	9,03	58,62	0,944	90,62	0,520221	0,0000050538	0,006644	0,026155	0,030348	2,154610	1,7	0,0000082453	0,0296831343
4	0,162	9,04	58,62	0,076	90,63	0,520261	3,89182E-19	0,006637	0,026155	0,008654	7,555552	0,37	5,20850E-19	1,87506E-15
5	0,06	9,1	58,68	0,010	90,63	0,520504	*****	0,006593	0,026155	0,003262	20,41798	0,37	*****	*****
6	0,152	9,29	58,84	0,067	90,84	0,521262	4,36912E-21	0,006458	0,026155	0,008090	8,081918	0,37	5,99589E-21	2,15485E-17
7	0,404	9,5	59,01	0,471	91,02	0,522078	0,000001753	0,006315	0,026155	0,021490	3,049751	0,76	0,0000003085	0,0011105227
8	0,571	9,55	59,05	0,940	91,06	0,522270	0,000003044	0,006282	0,026155	0,030282	2,159293	1,7	0,0000082189	0,0295881506
9	0,309	9,72	59,19	0,274	91,20	0,522312	0,0000000036	0,006172	0,026155	0,016349	3,939468	0,5	0,0000000054	0,0000195894
10	0,274	10,05	59,45	0,215	91,46	0,524122	0,0000000003	0,005970	0,026155	0,014493	4,530236	0,37	0,0000000004	0,0000014053
11	0,074	10,15	59,53	0,015	91,54	0,524480	5,4405E-72	0,005911	0,026155	0,003893	16,79595	0,37	7,45287E-72	2,58303E-68
12	0,137	10,12	59,51	0,053	91,51	0,524373	5,29675E-25	0,005928	0,026155	0,007210	9,068740	0,37	7,25634E-25	2,61236E-21
13	0,43	9,72	59,19	0,531	91,20	0,522912	0,0000003289	0,006172	0,026155	0,022751	2,874037	0,9	0,0000006249	0,0022495637
14	0,5	9,52	59,03	0,722	91,04	0,522155	0,0000012413	0,006302	0,026155	0,026527	2,464885	1,2	0,0000027303	0,0096319954
15	0,291	9,21	58,77	0,246	90,78	0,520945	0,0000000013	0,006514	0,026155	0,015507	4,216632	0,48	0,0000000019	0,000006747
16	0,163	8,89	58,49	0,078	90,50	0,519546	6,19110E-19	0,006749	0,026155	0,008727	7,492497	0,37	8,48130E-19	3,05345E-15
17	0,213	8,63	58,26	0,134	90,27	0,518550	2,77793E-13	0,006952	0,026155	0,011449	5,710913	0,57	3,80577E-13	0,0000000014
18	0,506	8,4	58,05	0,764	90,06	0,517548	0,000001492	0,007142	0,026155	0,027298	2,395288	1,28	0,0000094017	0,0122462958
19	0,564	8,32	57,98	1,320	89,99	0,517193	0,000003074	0,007211	0,026155	0,035868	1,822973	1,94	0,0000214636	0,0773410561
20	0,627	8,34	57,99	1,176	90,00	0,517282	0,000005528	0,007194	0,026155	0,033859	1,931174	1,91	0,0000160866	0,037911588
21	0,586	8,34	57,99	1,027	90,00	0,517282	0,0000038474	0,007194	0,026155	0,031645	2,066290	1,78	0,0000106950	0,038505057
22	0,554	8,44	58,09	0,915	90,09	0,517275	0,0000027361	0,007108	0,026155	0,029869	2,189154	1,68	0,0000073326	0,0263974289
23	0,625	8,67	58,30	1,156	90,30	0,518721	0,0000053261	0,006920	0,026155	0,035575	1,947486	1,92	0,0000155523	0,0559884513
24	0,275	8,86	58,47	0,222	90,47	0,519521	0,0000000004	0,006772	0,026155	0,014730	4,438971	0,46	0,0000000006	0,0000021637
25	0,197	8,97	58,56	0,724	90,57	0,519375	0,0000012421	0,006688	0,026155	0,026578	2,460223	1,2	0,0000027326	0,0098372173

Tabel 4.2.c perhitungan sediment transport di posisi B

POSTSI : C

D50 = 0,221 E-03 meter

D90 = 0,74 E-03 meter

 $\rho_{ho}(s) = 2696 \text{ kg/m}^3$ $\rho_{ho}(w) = 1026 \text{ kg/m}^3$

Delta = 1,563

r = 0,06 meter

x = 0,4

g = 9,81 m/dt²

no	V	h	C	Tc	C90	Sb	R	M	UX	ZK	S5/Sb	SX	M ² /s	M ² /s
----	---	---	---	----	-----	----	---	---	----	----	-------	----	-------------------	-------------------

1	0,418	14,43	62,28	0,453	96,64	0,51732	0,000004179	0,004158	0,026155	0,021019	3,110814	0,76	0,0000007355	0,0026477058
2	0,441	14,45	62,29	0,504	94,30	0,536913	0,000002861	0,004152	0,026155	0,022172	2,949084	0,8	0,000000515	0,0018540875
3	0,669	14,44	62,29	1,160	94,29	0,536889	0,000005765	0,004155	0,026155	0,033638	1,943846	1,9	0,000167185	0,001865385
4	0,325	14,53	62,33	0,273	94,34	0,537102	0,000000045	0,004129	0,026155	0,016328	4,004453	0,5	0,000000067	0,0000240697
5	0,299	14,75	62,45	0,230	94,46	0,537617	0,000000009	0,004067	0,026155	0,014994	4,360869	0,44	0,000000012	0,000004469
6	0,291	14,95	62,56	0,217	94,56	0,538077	0,000000005	0,004013	0,026155	0,014568	4,468308	0,42	0,000000007	0,0000023897
7	0,217	15,08	62,62	1,319	94,63	0,538372	0,0000078361	0,003978	0,026155	0,035856	1,823585	1,94	0,0000230382	0,0029375385
8	0,596	15,27	62,72	0,908	94,73	0,538799	0,000029638	0,003929	0,026155	0,029759	2,197238	1,6	0,0000077059	0,02774106
9	0,412	15,38	62,78	0,433	94,79	0,539043	0,000001281	0,003901	0,026155	0,020553	3,181373	0,74	0,0000002229	0,0008024241
10	0,636	15,55	62,86	0,634	94,87	0,539416	0,0000008313	0,003858	0,026155	0,024839	2,630300	0,98	0,000001646	0,00093924717
11	0,636	15,78	62,98	1,026	94,99	0,539314	0,000042289	0,003802	0,026155	0,031627	2,067477	1,7	0,0000114181	0,0011051279
12	0,452	15,87	63,02	0,517	95,03	0,540107	0,0000003345	0,003780	0,026155	0,022461	2,911159	0,82	0,0000006089	0,0021915423
13	0,304	15,86	63,02	0,234	95,03	0,540085	0,000000001	0,003783	0,026155	0,015107	4,328096	0,46	0,0000000015	0,0000055456
14	0,264	15,81	63,00	0,545	95,01	0,540021	0,0000004315	0,003790	0,026155	0,023064	2,834983	0,9	0,0000008199	0,00293514159
15	0,225	15,81	62,99	1,332	95,00	0,539379	0,0000080621	0,003795	0,026155	0,036044	1,814104	1,95	0,0000237833	0,0056197323
16	0,579	15,8	62,99	0,850	95,00	0,539957	0,000024242	0,003797	0,026155	0,028787	2,271369	1,58	0,0000062545	0,00225160453
17	0,506	15,79	62,98	0,649	94,99	0,539336	0,0000009201	0,003799	0,026155	0,025160	2,598852	1	0,0000018402	0,0066247266
18	0,599	15,7	62,94	0,911	94,95	0,539742	0,0000030052	0,003821	0,026155	0,029805	2,193800	1,68	0,000008054	0,0028934497
19	0,165	15,58	62,88	0,069	94,89	0,539482	4,19781E-20	0,003851	0,026155	0,008218	7,956571	0,38	5,79298E-20	2,08547E-16
20	0,201	15,49	62,83	0,102	94,84	0,539285	2,58262E-15	0,003873	0,026155	0,010018	6,526809	0,38	3,56401E-15	1,28304E-11
21	0,345	15,21	62,69	0,304	94,70	0,538665	0,0000000114	0,003944	0,026155	0,012234	3,753947	0,6	0,0000000182	0,000065652
22	0,499	15,04	62,60	0,639	94,61	0,538282	0,0000088537	0,003989	0,026155	0,024963	2,619393	0,98	0,0000016903	0,0060849218
23	0,229	14,87	62,52	0,135	94,52	0,537694	5,63888E-13	0,004034	0,026155	0,011472	5,699660	0,38	7,28166E-13	0,0000000028
24	0,271	14,76	62,46	0,189	94,46	0,537640	8,90372E-11	0,004065	0,026155	0,013588	4,811846	0,4	1,24652E-10	0,0000004487
25	0,054	14,55	62,35	0,007	94,35	0,537150	*****	0,004123	0,026155	0,002712	24,10503	0,38	*****	*****

Tabel 4.2.d Perhitungan sediment transport di posist c

Tugas Akhir

Tabel 4.3.a. Sediment transport di daerah E-B

No	S _E (m ² /jam)		S _B (m ² /jam)	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
1		0	0,003338	
2		0	0,052869	
3		0	0,029683	
4		0	0	
5	0			0
6	0,000005			0
7	0			0,001111
8	0			0,029588
9	0			0,000020
10		0		0,000001
11		0	0	
12		0,000003	0	
13		0,000034	0,002250	
14		0	0,009831	
15	0,000001		0,000007	
16	0		0	
17	0			0
18	0,000007			0,012246
19	0			0,077341
20	0,000008			0,057912
21	0			0,038505
22	0,000001			0,026397
23		0	0,055988	
24		0,001723	0,000002	
25		0,009494	0,009837	
Total	0,000022	0,011254	0,163805	0,243121

Tugas Akhir

Tabel 4.3.b. Sediment transport di daerah F-C

No	S _F (m ² /jam)		S _C (m ² /jam)	
	Masuk	Keluar	Masuk	Keluar
1	0,007190			0,002648
2	0,000001			0,001854
3	0,000152			0,060187
4		0		0,000024
5		0		0,000004
6		0,000139	0,000002	
7		0,008129	0,082938	
8		0,008334	0,027741	
9		0,000013	0,000802	
10		0,000003	0,005925	
11		0	0,041105	
12	0		0,002192	
13	0		0,000006	
14	0,001821			0,002951
15	0,004425			0,085620
16	0,003530			0,022516
17	0,003638			0,006625
18	0,015558			0,028994
19	0,000002			0
20	0		0	
21		0,000002	0,000066	
22		0,000004	0,006085	
23		0	0	
24		0	0	
25		0		0
Total	0,036317	0,016624	0,166862	0,211423

Tugas Akhir

Tingkat sedimentasi di daerah E-B adalah :

$$\begin{aligned} S_{E-B} &= \sum S \text{ masuk} - \sum S \text{ keluar} \\ &= (0,000022 + 0,163805) - (0,011254 + 0,243121) \\ &= -0,090550 \text{ m}^2/25\text{jam (erosi)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{F-C} &= \sum S \text{ masuk} - \sum S \text{ keluar} \\ &= (0,036317 + 0,166862) - (0,016624 + 0,211423) \\ &= -0,024868 \text{ m}^2/25\text{jam (erosi)} \end{aligned}$$

Bila diketahui jarak E-B adalah 500 meter dan jarak F-C adalah 550 meter maka :

$$\begin{aligned} S_{E-B} &= -0,090550/500 \\ &= -0,000181 \text{ m/25jam} \\ &= -0,181 \text{ mm/25jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{F-C} &= -0,024868/550 \\ &= -0,000045 \text{ m/25jam} \\ &= -0,045 \text{ mm/25jam} \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan di atas, daerah E-B maupun F-C mengalami erosi. Erosi yang terjadi setiap 25 jam sangat kecil sekali yaitu hanya 0,181 mm untuk daerah E-B dan 0,045 mm untuk daerah F-C.

Tetapi perlu diingat bahwa perhitungan tersebut adalah hasil pengamatan perioda sangat pendek (25 jam). Hasil ini tidak dapat digunakan sebagai patokan tingkat erosi/sedimentasi setiap tahunnya. Mengapa ?

Hal ini dikarenakan arah dan kecepatan arus pasang surut selalu berubah-ubah. Sebagai akibatnya, daerah tersebut pada

Tugas Akhir

suatu perioda mengalami sedimentasi dan satu perioda berikutnya mengalami erosi. Begitulah seterusnya. Jadi untuk memperoleh hasil yang akurat perlu diadakan pengamatan dengan jangka yang lebih panjang.

4.3. Kenyataan Lapangan

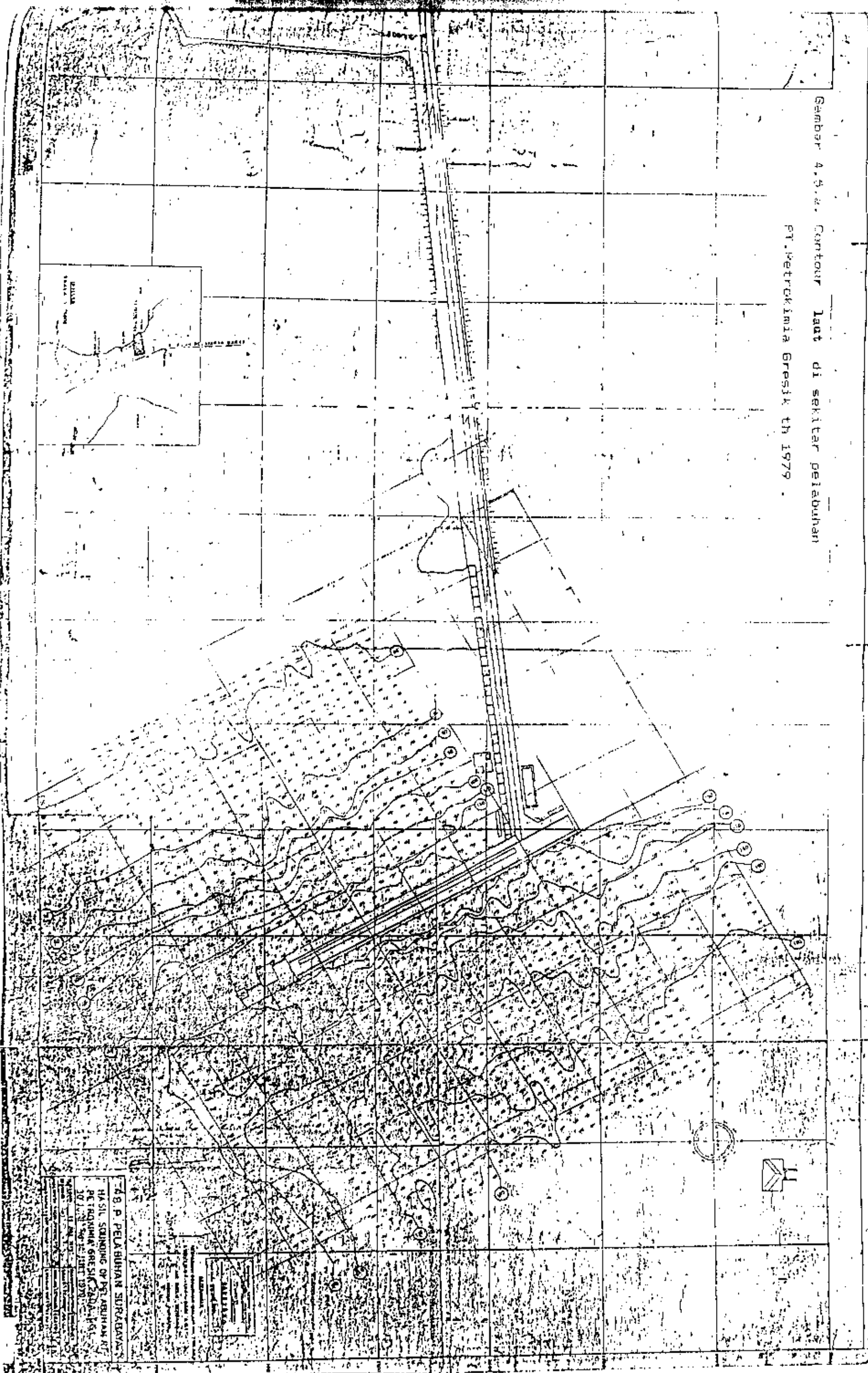
Untuk mengetahui angkutan sedimen diperairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik, maka kita dapat membandingkan countur pantai yang dibuat pada tahun 1979/1980, 1983 dan 1989. Peta kedalaman ini dapat dilihat berturut-turut pada Gambar 4.5.a, 4.5.b, 4.6. dan 2.2.

Dengan membuat cross section yang dianggap mewakili diketiga peta kedalaman tersebut, maka kita dapat melihat secara langsung kenaikan atau penurunan propil dasar laut. Dengan demikian kita dapat menentukan tingkat sedimentasi/erosi setiap tahunnya.

Dari hasil cross section (lihat Gambar 4.7.a s/d 4.7.h) didapatkan bahwa perubahan pantai diperairan pelabuhan PT. Petrokimia Gresik seperti pada pantai umumnya. Perubahan itu disebabkan oleh arus laut. Arus ini mengakibatkan propil dasar laut mengalami sedimentasi pada suatu perioda dan mengalami erosi pada perioda berikutnya.

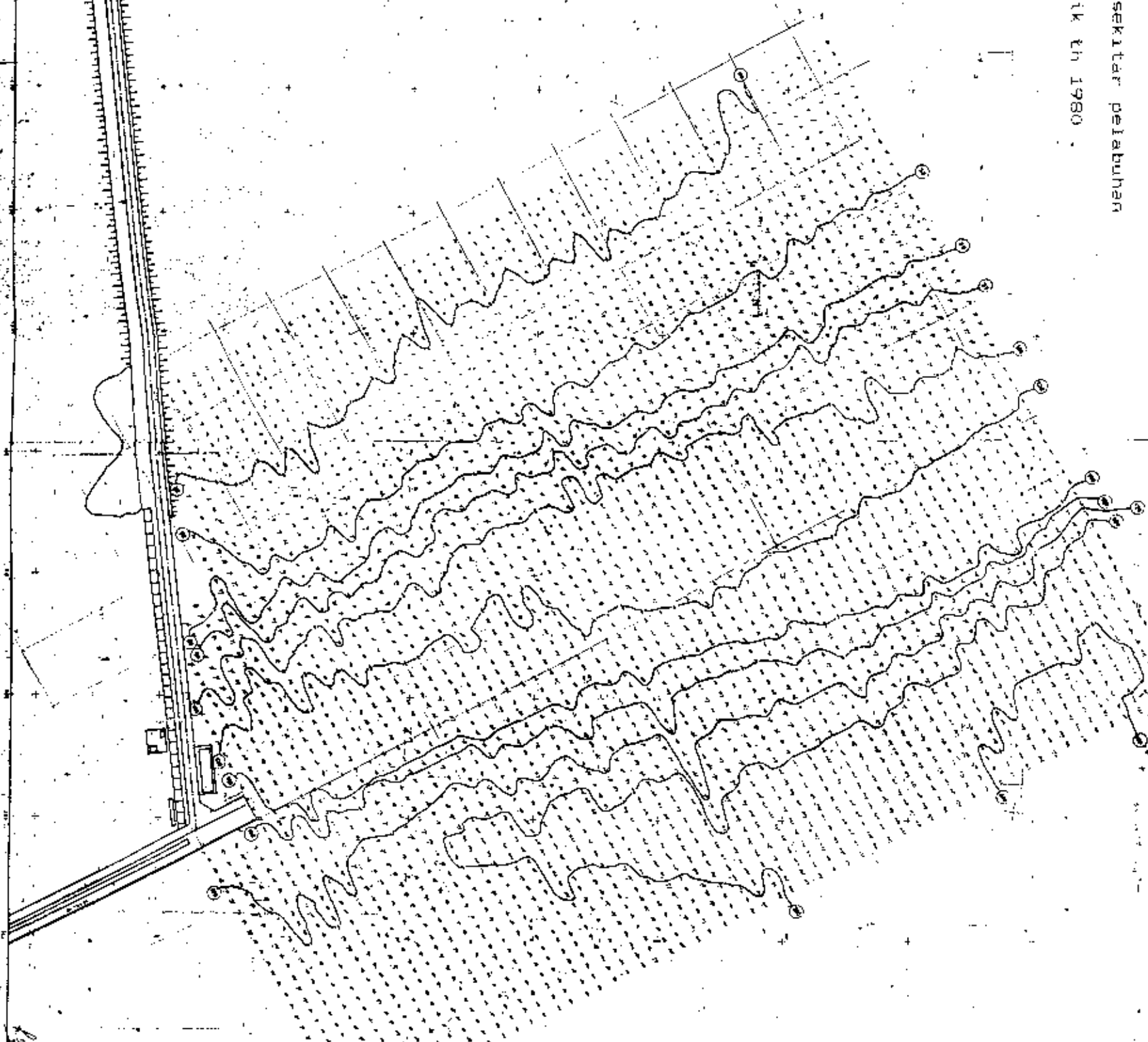
Tetapi bila kita lihat pada daerah sekitar dermaga, maka kita dapat melihat adanya bukit sedimentasi. Keadaan ini hanya terjadi akibat arus yang kuat dari baling-baling kapal.

Gambar 4.5.2. Contour laut di sekitar pelabuhan
PT. Petrokimia Gresik th 1979

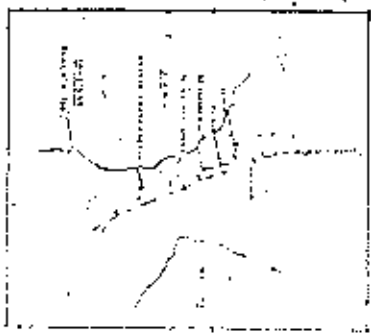


Tugas Akhir

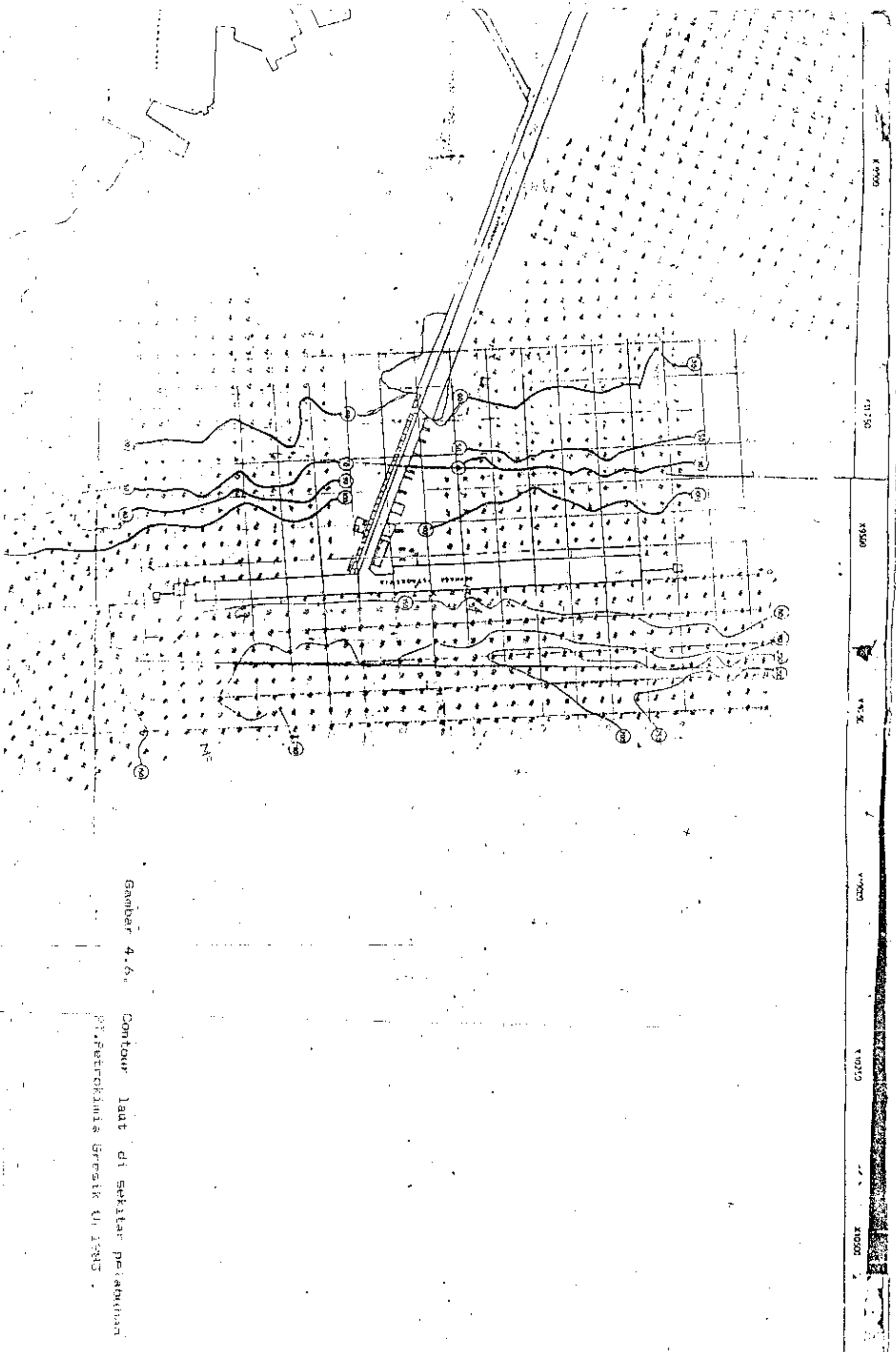
Gambar 4.5.b. Contour laut di sekitar pelabuhan
P. Petrokimia Gresik th 1980
(lanjutan th 1979)



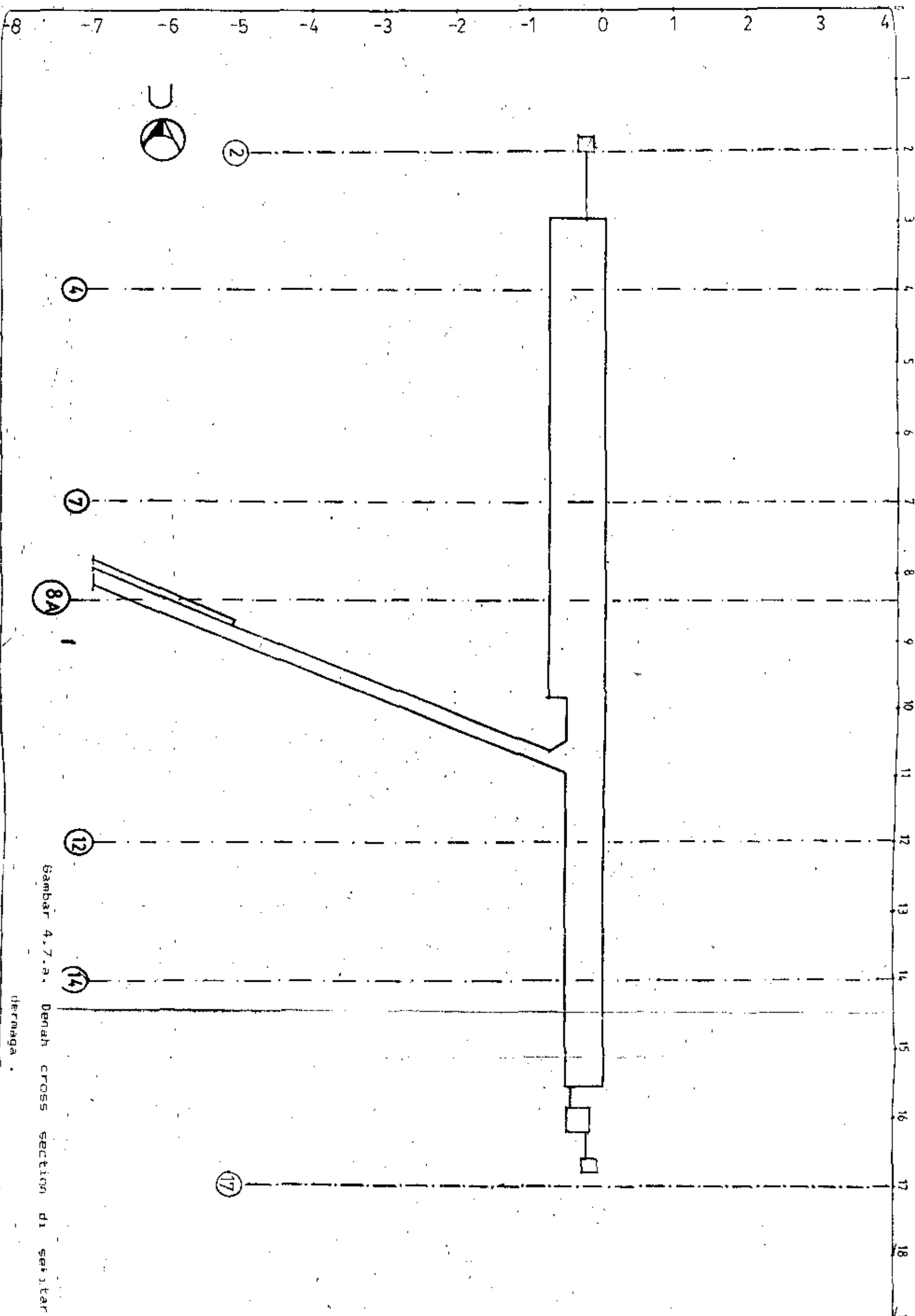
UNIVERSITAS JAWA TIMUR
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
KONSTRUKSI
TAHAP 1
TAHAP 2
TAHAP 3
TAHAP 4
TAHAP 5
TAHAP 6
TAHAP 7
TAHAP 8
TAHAP 9
TAHAP 10
TAHAP 11
TAHAP 12
TAHAP 13
TAHAP 14
TAHAP 15
TAHAP 16
TAHAP 17
TAHAP 18
TAHAP 19
TAHAP 20
TAHAP 21
TAHAP 22
TAHAP 23
TAHAP 24
TAHAP 25
TAHAP 26
TAHAP 27
TAHAP 28
TAHAP 29
TAHAP 30
TAHAP 31
TAHAP 32
TAHAP 33
TAHAP 34
TAHAP 35
TAHAP 36
TAHAP 37
TAHAP 38
TAHAP 39
TAHAP 40
TAHAP 41
TAHAP 42
TAHAP 43
TAHAP 44
TAHAP 45
TAHAP 46
TAHAP 47
TAHAP 48
TAHAP 49
TAHAP 50
TAHAP 51
TAHAP 52
TAHAP 53
TAHAP 54
TAHAP 55
TAHAP 56
TAHAP 57
TAHAP 58
TAHAP 59
TAHAP 60
TAHAP 61
TAHAP 62
TAHAP 63
TAHAP 64
TAHAP 65
TAHAP 66
TAHAP 67
TAHAP 68
TAHAP 69
TAHAP 70
TAHAP 71
TAHAP 72
TAHAP 73
TAHAP 74
TAHAP 75
TAHAP 76
TAHAP 77
TAHAP 78
TAHAP 79
TAHAP 80
TAHAP 81
TAHAP 82
TAHAP 83
TAHAP 84
TAHAP 85
TAHAP 86
TAHAP 87
TAHAP 88
TAHAP 89
TAHAP 90
TAHAP 91
TAHAP 92
TAHAP 93
TAHAP 94
TAHAP 95
TAHAP 96
TAHAP 97
TAHAP 98
TAHAP 99
TAHAP 100

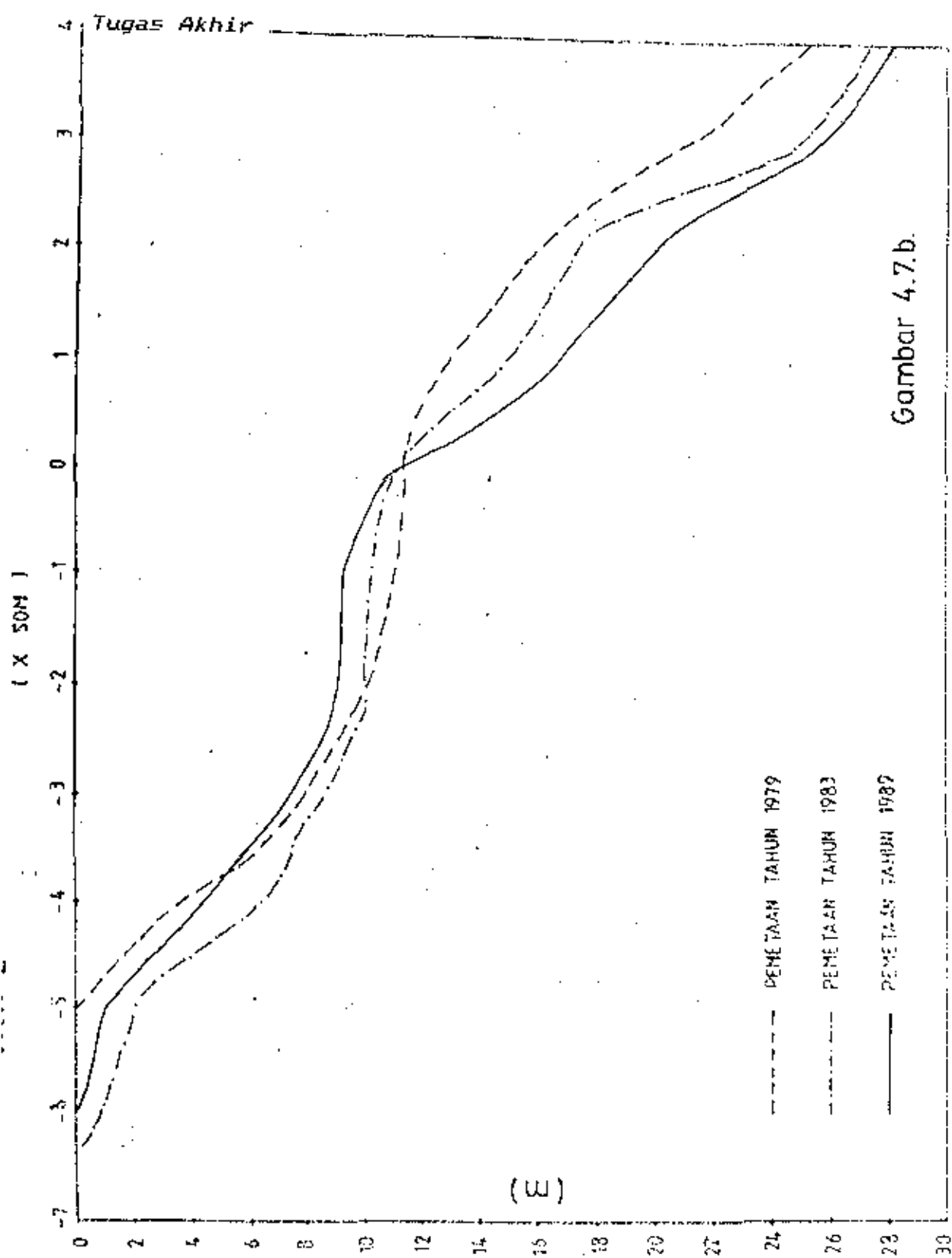


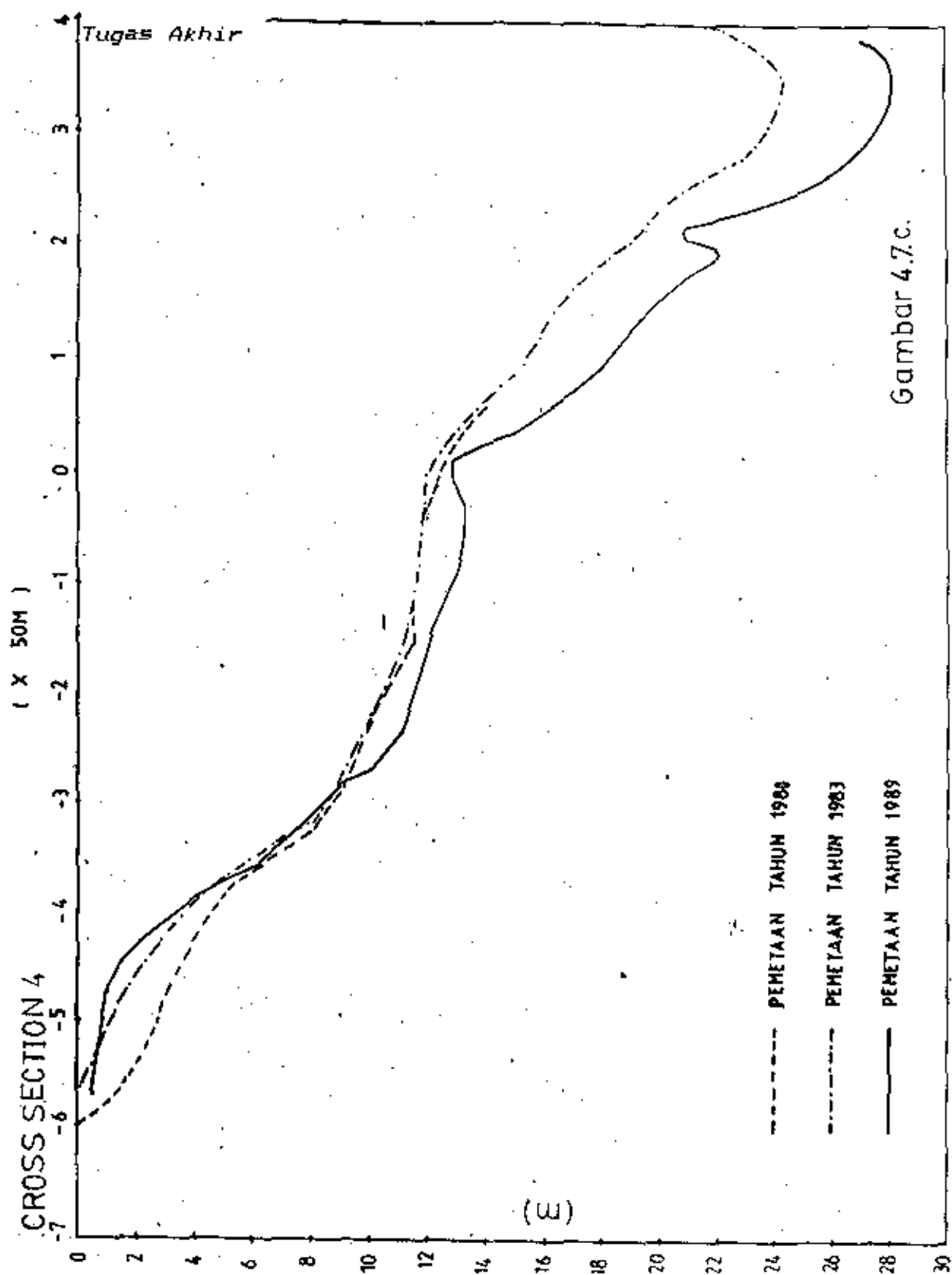
B.P. PELACUAN S. 1980/81
HASIL KONTAK 100% PASIR
P. PETROKIMIA GRESIK
TAHAP 1
TAHAP 2
TAHAP 3
TAHAP 4
TAHAP 5
TAHAP 6
TAHAP 7
TAHAP 8
TAHAP 9
TAHAP 10
TAHAP 11
TAHAP 12
TAHAP 13
TAHAP 14
TAHAP 15
TAHAP 16
TAHAP 17
TAHAP 18
TAHAP 19
TAHAP 20
TAHAP 21
TAHAP 22
TAHAP 23
TAHAP 24
TAHAP 25
TAHAP 26
TAHAP 27
TAHAP 28
TAHAP 29
TAHAP 30
TAHAP 31
TAHAP 32
TAHAP 33
TAHAP 34
TAHAP 35
TAHAP 36
TAHAP 37
TAHAP 38
TAHAP 39
TAHAP 40
TAHAP 41
TAHAP 42
TAHAP 43
TAHAP 44
TAHAP 45
TAHAP 46
TAHAP 47
TAHAP 48
TAHAP 49
TAHAP 50
TAHAP 51
TAHAP 52
TAHAP 53
TAHAP 54
TAHAP 55
TAHAP 56
TAHAP 57
TAHAP 58
TAHAP 59
TAHAP 60
TAHAP 61
TAHAP 62
TAHAP 63
TAHAP 64
TAHAP 65
TAHAP 66
TAHAP 67
TAHAP 68
TAHAP 69
TAHAP 70
TAHAP 71
TAHAP 72
TAHAP 73
TAHAP 74
TAHAP 75
TAHAP 76
TAHAP 77
TAHAP 78
TAHAP 79
TAHAP 80
TAHAP 81
TAHAP 82
TAHAP 83
TAHAP 84
TAHAP 85
TAHAP 86
TAHAP 87
TAHAP 88
TAHAP 89
TAHAP 90
TAHAP 91
TAHAP 92
TAHAP 93
TAHAP 94
TAHAP 95
TAHAP 96
TAHAP 97
TAHAP 98
TAHAP 99
TAHAP 100

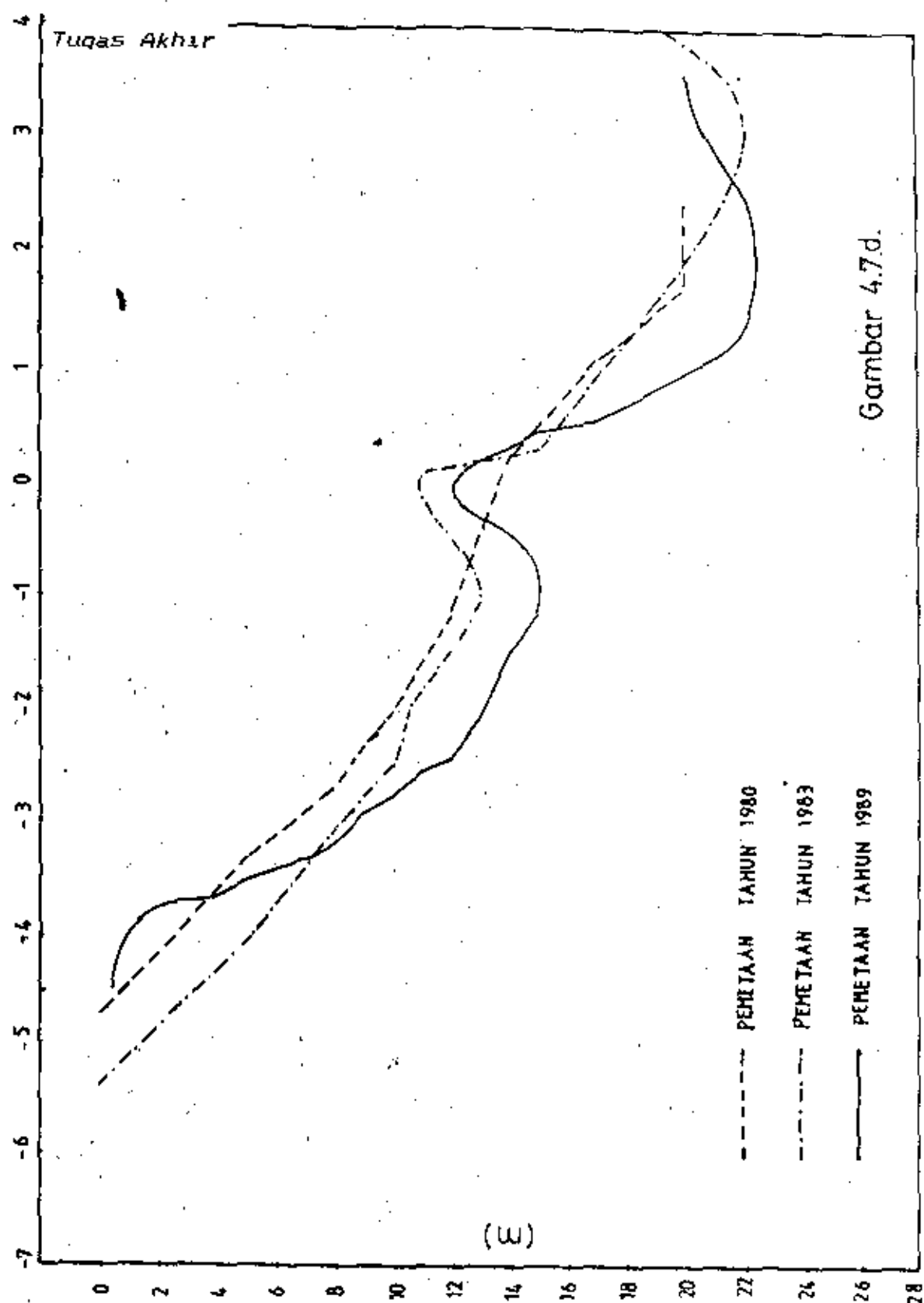


Gambar 4.6. Contour laut di sekitar petropoulos

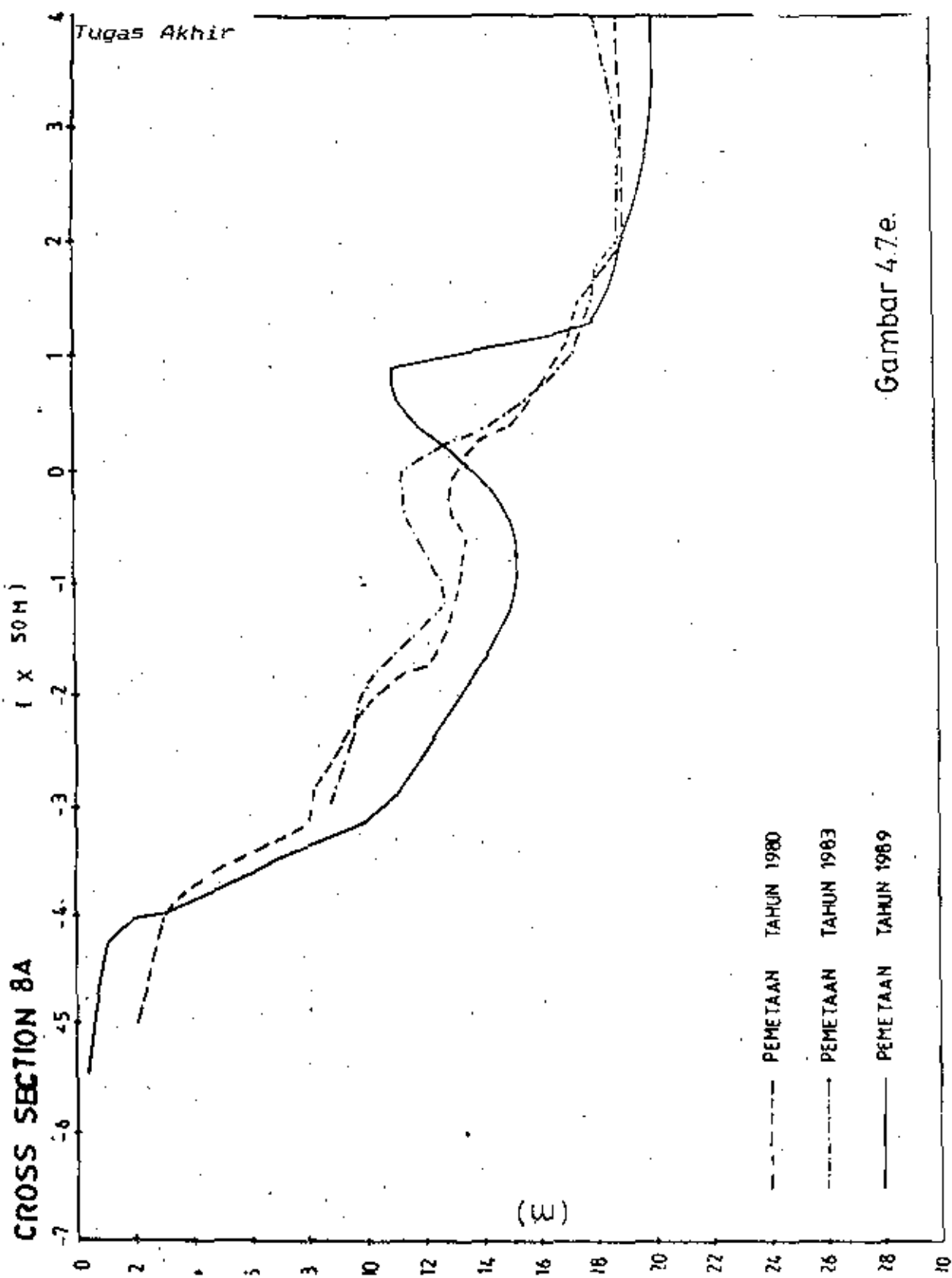




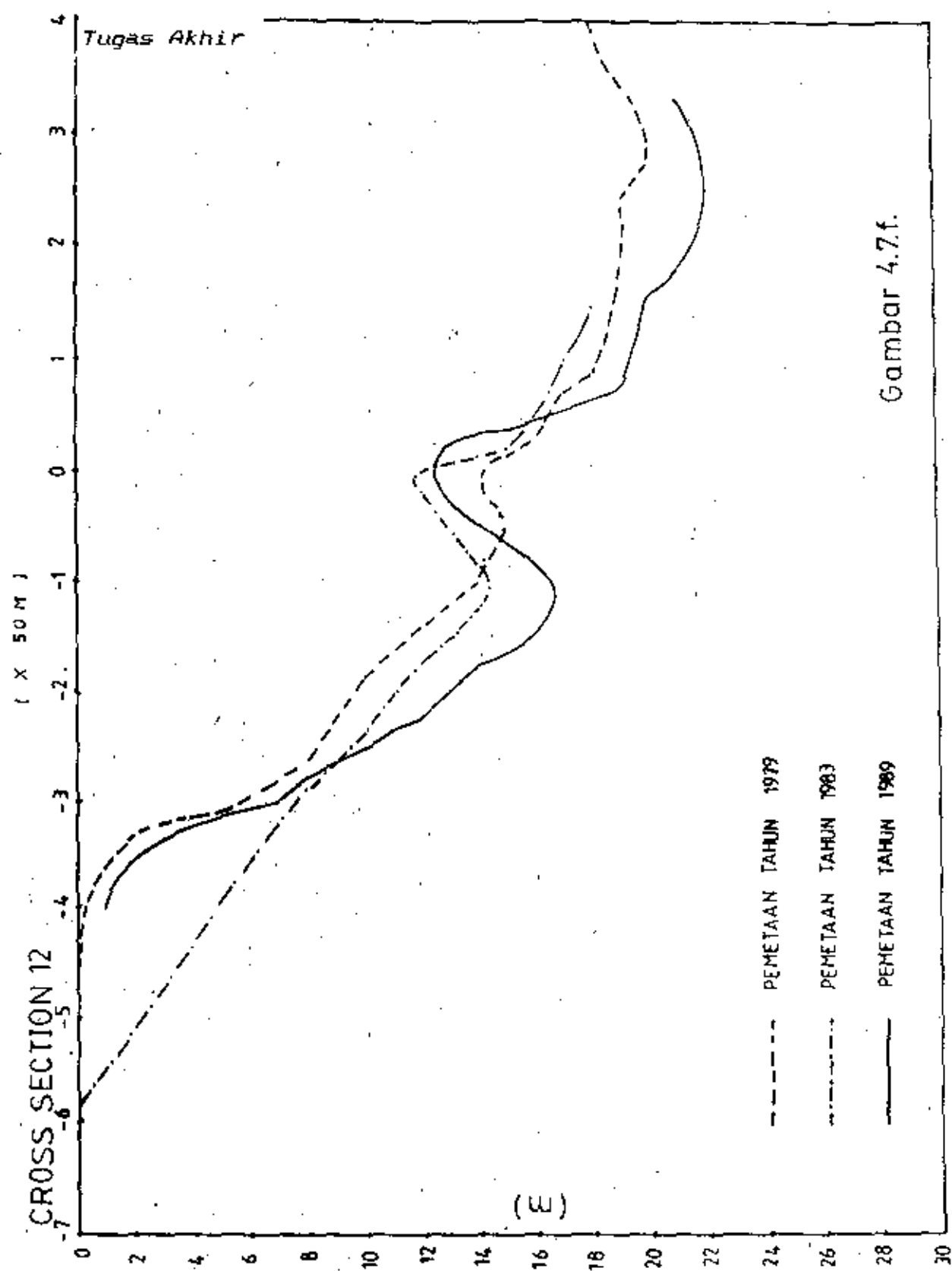


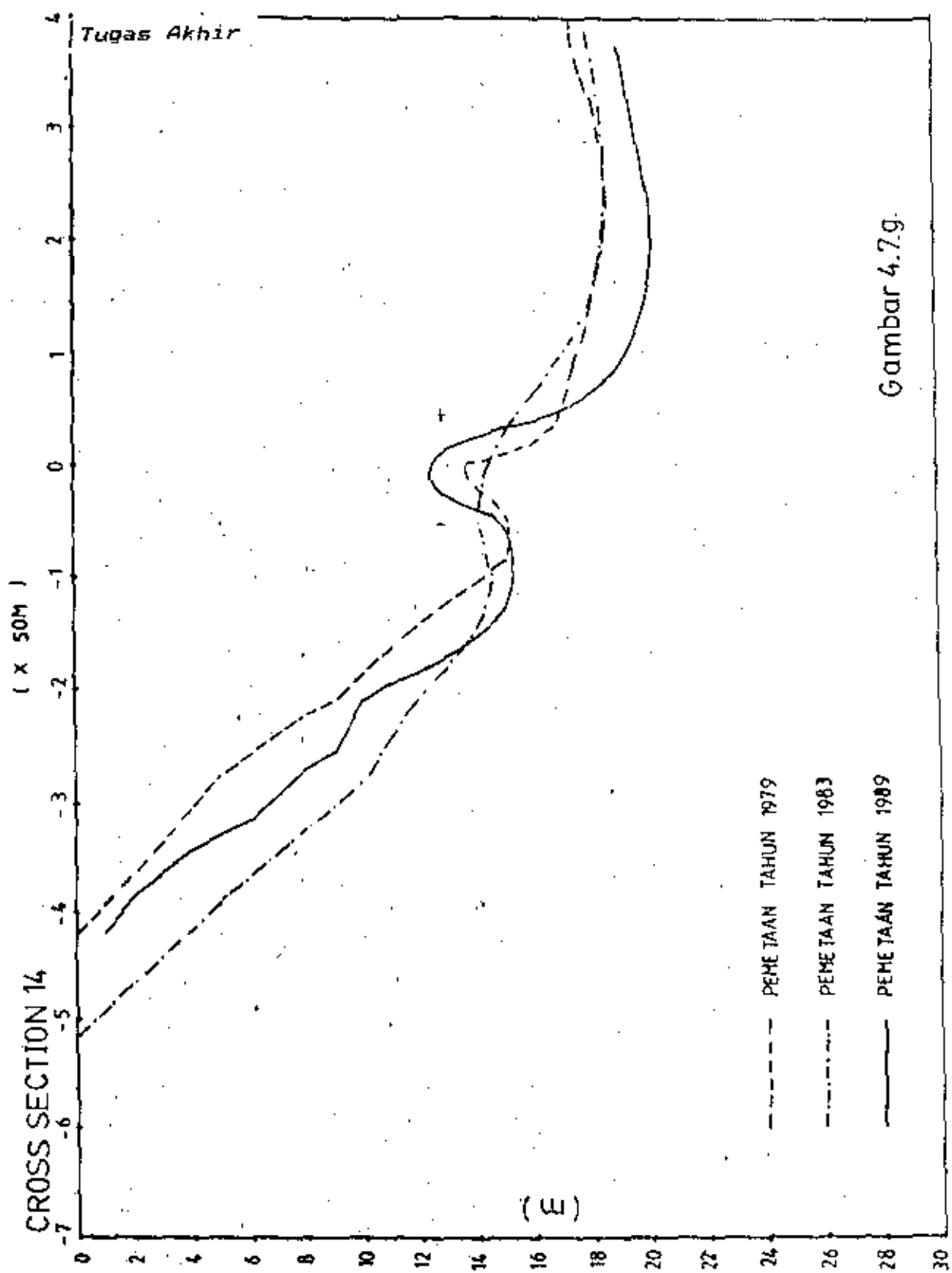


Gambar 4.7d.

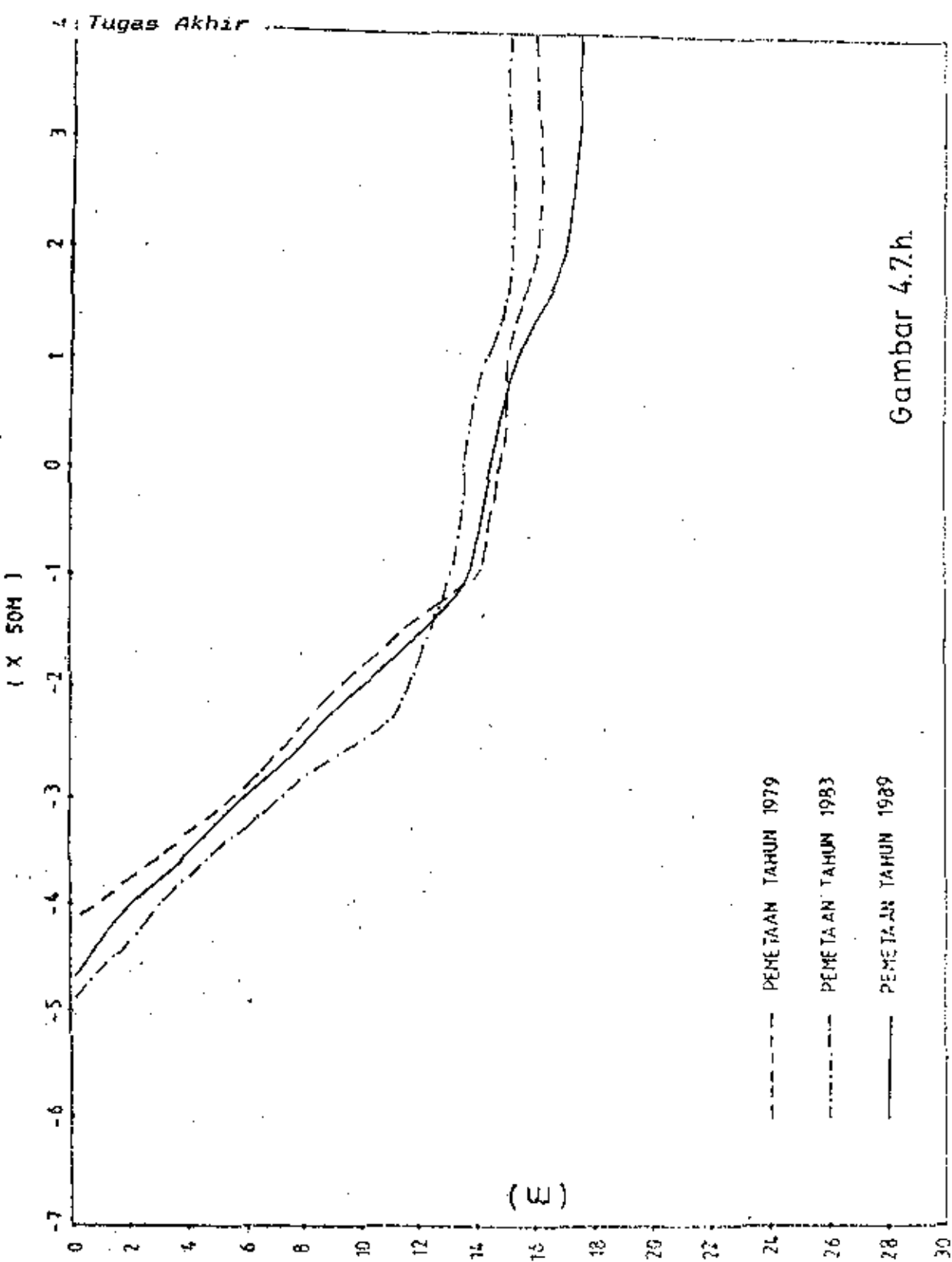


Gambar 4.7e.





Gambar 4.7.g.



Tugas Akhir

Bukit sedimentasi ini sulit digerus oleh arus laut karena butiran sedimen tersebut mempunyai kecepatan kritis yang lebih besar dari kecepatan maximum arus laut. Hanya butiran yang mempunyai kecepatan kritis yang lebih kecil saja yang dapat digerus oleh arus laut.

Adanya bukit sedimentasi dimuka dermaga pelabuhan PT.Petrokimia Gresik menyebabkan gangguan terhadap kapal-kapal yang akan sandar maupun yang akan meninggalkan dermaga. Dengan membandingkan peta kedalaman laut Tahun 1983 dan 1989 maka dapat diketahui tingkat sedimentasi di depan dermaga. Tingkat sedimentasi itu dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4. Tingkat sedimentasi di sekitar dermaga

Cross section	2	4	7	8A	12	14	17
Tingkat sedimentasi maximum (m) th. 1983-1989	—	—	0,6	5,6	2,4	2,0	—
Tingkat sedimentasi maximum (m) per tahun	—	—	0,1	0,93	0,40	0,33	—
Tingkat sedimentasi rata-rata per tahun = 0,43 m							

BAB V

PENYELESAIAN MASALAH

Dari hasil penyelidikan penyebab sedimentasi didapatkan bahwa sedimentasi disekitar dermaga pelabuhan PT. Petrokimia Gresik sangat dipengaruhi oleh arus yang ditimbulkan oleh baling-baling kapal. Arus ini menyebabkan pengumpulan sedimen di tempat-tempat tertentu. Oleh karena itu, cara yang paling ekonomis untuk mengatasi masalah ini adalah pengerukan pada daerah yang mengalami kenaikan propil dasar laut.

Jumlah volume pengerukan dapat ditentukan dengan membandingkan kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan dengan peta kedalaman didaerah tersebut. Untuk menghemat biaya pengerukan, kita dapat merencana kembali kebutuhan kolam pelabuhan secara efektif.

5.1. Perencanaan kembali kedalaman kolam pelabuhan

Dalam merencana kembali kedalaman kolam pelabuhan PT. Petrokimia Gresik maka kita harus memperhitungkan perencanaan awal dermaga. Tiang pancang yang ada telah diperhitungkan terhadap momen maximum dan defleksi maximumnya. Bila pengerukan yang dilakukan lebih dalam daripada perencanaan awal, maka dikuatirkan panjang tekuk tiang pancang menjadi

Tugas Akhir

lebih besar. Hal ini dapat mengakibatkan momen yang terjadi pada tiang pancang menjadi lebih besar dari yang diijinkan. Oleh karena itu, sebaiknya dalam merencana kebutuhan kolam pelabuhan sekarang ini tidak lebih besar dari perencanaan awal. Dan sebagai keterangan bahwa kedalaman kolam pelabuhan PT. Petrokimia Gresik adalah 15,00 m ARP (lihat Gambar 4.5.a, 4.5.b dan 4.6.).

Disamping itu juga harus diperhitungkan kondisi jalur pelayaran kapal-kapal samudra. Jalur ini mempunyai kedalaman paling dangkal 11,2 m ARP (LWS/Datum) yang terletak didaerah Karang Jamuang. Daerah tersebut pada kondisi Mean Higher High Water (MHHW) menunjukkan harga +1,6 m diatas datum (lihat Gambar 2.1). Ini berarti kedalaman laut di Karang Jamuang hanya mencapai 12,8 m. Dengan demikian supaya ekonomis serta kapal-kapal samudra dapat merapat di dermaga pelabuhan PT. Petrokimia Gresik maka kita dapat merencana kedalaman kolam pelabuhan sebesar 12,8 m ARP atau dapat diambil sebesar 13,00 m ARP.

5.2. Pelayanan terhadap kapal-kapal terbesar.

Kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan (h) sebenarnya tergantung dari draft kapal (T) dan angka keamanan (ΔT). Atau dapat ditulis dengan persamaan :

$$h = T + \Delta T$$

dimana besarnya angka keamanan (ΔT) tersebut terdiri dari:

Tugas Akhir

ΔT_1 : keamanan yang tergantung pada keadaan navigasi dan keadaan tanah.

Jenis tanah	Panjang kapal (l)		
	$l > 125m$	$125m \geq l \geq 85m$	$l < 85m$
lumpur	0,20	0,20	0,20
pasir	0,30	0,25	0,20
tanah keras	0,45	0,30	0,20
karang	0,60	0,45	0,30

ΔT_2 : Keamanan yang disebabkan adanya gelombang didaerah pelabuhan yang menyebabkan jarak lunas kapal sampai dasar laut berubah-ubah.

$$\Delta T_2 = 0,3 H - \Delta T_1$$

dimana, H : tinggi gelombang didaerah pelabuhan

ΔT_3 : Keamanan yang disebabkan oleh kecepatan gerakan kapal yakni haluannya terangkat keatas dan buritan sehingga draft kapal bertambah.

$$\Delta T_3 = k \cdot V$$

dimana, V : kecepatan kapal (km/jam)

k : koefisien yang tergantung panjang kapal

Panjang kapal (l)	k
$l < 85m$	0,017
$85 \leq l \leq 125m$	0,022
$125 \leq l < 185m$	0,027
$l \geq 185m$	0,033

Tugas Akhir

ΔT_4 : Keamanan yang diakibatkan adanya endapan lumpur setiap tahun (S_x) dan lama pengerukan (t).

$$\Delta T_4 = S_x \cdot t$$

ΔT_5 : Keamanan yang tergantung tipe kapal keruk

$$\Delta T_5 = 0,2 - 0,3m ; \text{ bila kapal keruk dengan bucket}$$

$$\Delta T_5 = 0,1 - 0,2m ; \text{ bila kapal keruk dengan pompa}$$

Harus faktor keamanan (ΔT) di daerah pelabuhan PT.

Petrokimia Gresik dapat dihitung dengan data sebagai berikut:

1. Panjang kapal rata-rata lebih besar dari 185 m (lihat lampiran A).

2. Kecepatan saut kapal (direncanakan):

$$V = 0,2 \text{ m/s} = 0,72 \text{ km/jam}$$

3. Tinggi gelombang rata-rata (diambil dari Tabel 3.1):

$$H = 0,43 \text{ m}$$

4. Jenis tanah dasar adalah pasir (diambil berdasarkan ukuran butir dari Tabel 2.3.

5. Sedimentasi maksimum setiap tahun adalah 0,93 m (diambil dari Tabel 4.4).

6. Lama pengerukan direncanakan setiap 1 tahun sekali.

7. Tipe kapal keruk dapat dipilih jenis bucket maupun pompa

Tugas Akhir

Dengan demikian harga :

$$\Delta T_1 = 0,30 \text{ m.}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_2 &= 0,3 H - \Delta T_1 \\ &= 0,3 \cdot 0,43 - 0,3 \\ &= -0,171 \text{ m (diabaikan)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_3 &= k \cdot V \\ &= 0,033 \cdot 0,72 \\ &= 0,023 \text{ m} \approx 0,02 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta T_4 &= S_x \cdot t \\ &= 0,93 \cdot 1 \\ &= 0,93 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\Delta T_5 = 0,2 \text{ m}$$

Jadi faktor keamanan (ΔT) untuk kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan PT. Petrokimia Gresik adalah :

$$\begin{aligned}\Delta T &= \Delta T_1 + \Delta T_2 + \Delta T_3 + \Delta T_4 + \Delta T_5 \\ &= 0,3 + 0 + 0,02 + 0,93 + 0,2 \\ &= 1,45 \text{ m.}\end{aligned}$$

Bila kita merencana kedalaman kolam pelabuhan (h) sebesar 13,00 m, maka draft kapal (T) maximum yang dapat masuk dengan aman di perairan pelabuhan Pt. Petrokimia Gresik adalah :

$$\begin{aligned}T &= h - \Delta T \\ &= 13,00 - 1,45 \\ &= 11,55 \text{ m.}\end{aligned}$$

Tugas Akhir

Tabel 5.1. Draft kapal terbesar

Ranking	Vessel	Draft (m)	Jumlah sama atau lebih besar	Percent sama atau lebih besar
1	OWL TRANSPORTER	7,500	108	100,0
2	JHONSON . C	7,600	107	99,1
3	SANCO EAGLE	9,000	106	98,1
4	BOBILNA	9,200	105	97,2
5	VICE ROY	9,455	104	96,3
6	HUNAN	9,500	103	95,4
7	SERAFINO . F	9,580	102	94,4
8	CHIKIZEN	9,600	101	93,5
9	DEVARAYA . J	9,700	100	92,6
10	PASIFIC OCEAN	9,750	99	91,7
11	SEA CHALLENGER	9,750	99	91,7
12	ANDROS MARINER	9,754	97	89,8
13	IRENES SUCCES	9,754	97	89,8
14	RISANGER	9,754	97	89,8
15	WORLD . N	9,754	97	89,8
16	COSTANZA . M	9,754	97	89,8
17	ASIAN BEAUTY	9,800	92	85,2
18	BREAM	9,800	92	85,2
19	VENTURE	9,800	92	85,2
20	ATON	10,000	89	82,4
21	IOUIAN WIND	10,000	89	82,4
22	MEXICAN SEA	10,000	89	82,4
23	NEPTUNE SIRIUS	10,000	89	82,4
24	SANKO CEDAR	10,000	89	82,4
25	SANKO RUBY	10,000	89	82,4

Tugas Akhir

Lanjutan Tabel 5.1

Ranking	Vessel	Draft (m)	Jumlah sama atau lebih besar	Percent sama atau lebih besar
26	SANKO PLATANUS	10,000	89	82,4
27	SANKO NOBEL	10,000	89	82,4
28	DESPINA	10,050	81	75,0
29	ABU HANNA	10,058	80	74,1
30	BLACK PEARL	10,058	80	74,1
31	SAGOARA	10,058	80	74,1
32	SANKO HONEYSUDE	10,079	77	71,3
33	AL NASEE	10,200	76	70,4
34	JHONSON CHEMSUM	10,200	76	70,4
35	MISS MARETTA	10,300	74	68,5
36	PROSPERUS	10,350	73	67,6
37	AKBAR	10,363	72	66,7
38	ELA NANA MOU	10,363	72	66,7
39	IRENES LEMOS	10,363	72	66,7
40	APHRODITE	10,500	69	63,9
41	DOMIAT	10,500	69	63,9
42	ARTEMIS	10,540	67	62,0
43	ANDROS ISLAND	10,666	66	61,1
44	COSTIS	10,666	66	61,1
45	THEBES	10,720	64	59,3
46	JO LONN	10,730	63	58,3
47	MARIA TAPIC	10,760	62	57,4
48	APOSTOLOS A III	10,767	61	56,5
49	RUTH VENTURE	10,770	60	55,6
50	SANKO SEVERAGO	10,822	59	54,6

Tugas Akhir

Lanjutan Tabel 5.1

Ranking	Vessel	Draft (m)	Jumlah sama atau lebih besar	Percent sama atau lebih besar
51	JARILLA	10,911	58	53,7
52	WESTERN GLORY	10,990	57	52,8
53	WESTERN GLORY	10,981	56	51,9
54	ALETEA	10,973	55	50,9
55	CAPETAN V	10,973	55	50,9
56	RIMBA SEPEHR	11,000	53	49,1
57	ABYDOS	11,000	53	49,1
58	ARCHANGELOS	11,000	53	49,1
59	ANDROS CASTLE	11,000	53	49,1
60	AECHIMEDES	11,000	53	49,1
61	BEATANAVIS	11,000	53	49,1
62	BEISLAND	11,000	53	49,1
63	GOLDEN CONDOR	11,000	53	49,1
64	PANTO KRATOR	11,000	53	49,1
65	STONE TRADITION	11,000	53	49,1
66	TAI	11,000	53	49,1
67	TUCUS EFFORT	11,000	53	49,1
68	WESTERN ANDES	11,000	53	49,1
69	WESTERN TRIAS	11,000	53	49,1
70	WESTERN FAITH	11,000	53	49,1
71	ALADIN	11,278	38	35,2
72	AL AMIRA	11,278	38	35,2
73	GELNEAGLES	11,320	36	33,3
74	GRESIK	11,322	35	32,4
75	GURHAN GUNTER	11,390	34	31,5

Tugas Akhir

Lanjutan Tabel 5.1

Ranking	Vessel	Draft (m)	Jumlah sama atau lebih besar	Percent sama atau lebih besar
76	WADI AL NAKHEEL	11,400	33	30,6
77	WADI AL NATROON	11,400	33	30,6
78	ANDROS CITY	11,500	31	28,7
79	MALARENGI	11,500	31	28,7
80	LILY STAR	11,520	29	26,9
81	YASAKO VENTURE	11,545	28	25,9
82	GRECIAN SPIRIT	11,582	27	25,0
83	MORDA	11,613	26	24,1
84	SUMMI SUPERSTAN	11,688	25	23,1
85	NORTH GATE	11,800	24	22,2
86	HUPEN	11,917	23	21,3
87	ASIA I	12,000	22	20,4
88	GUMAMETA	12,000	22	20,4
89	JO OAK	12,000	22	20,4
90	MEXICAN GULF	12,000	22	20,4
91	ANTI GONE	12,107	18	16,7
92	WESTERN FRIEND	12,159	17	15,7
93	CAPETAN COSTIS	12,203	16	14,8
94	SABRE	12,310	15	13,9
95	FJORDWIND	12,350	14	13,0
96	MISTER MICHAEL	12,369	13	12,0
97	SAMJOHN . F	12,840	12	11,1
98	GOLDEN TRECER	13,223	11	10,2
99	ALFA	13,274	10	9,3
100	ALBERG	14,000	9	8,3

Tugas Akhir

Lanjutan Tabel 5.1

Ranking	Vessel	Draft (m)	Jumlah sama atau lebih besar	Percent sama atau lebih besar
101	MUSE	14,000	9	8,9
102	NORA	14,000	9	8,9
103	PISCES PIONIR	14,000	9	8,9
104	WADI AL KAMAR	15,180	5	4,6
105	ELEGANCE	15,400	4	3,7
106	AL NOOR	17,000	3	2,8
107	AL MUJEEB	17,000	3	2,8
108	SEA LUCK	18,000	1	0,9

Tugas Akhir

5.3. Volume pengerukan

Jumlah volume pengerukan dapat ditentukan dengan membandingkan kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan dan peta kedalaman kolam pelabuhan saat ini (lihat Gambar 2.5). Kebutuhan kedalaman kolam pelabuhan P1, Petrukima Gresik telah ditetapkan sebesar 13 m ARP. Ini berarti sepanjang dermaga akan mengalami pengerukan.

Mengingat distribusi sedimentasi di sepanjang dermaga tidak merata, maka perhitungan jumlah volume pengerukan dibagi menjadi 5 segmen (lihat Gambar 5.2) yaitu :

a Segmen I

- panjang segmen = 125 m
- luas penampang pengerukan = 0 m² (diwakili oleh hasil crosssection 4 (lihat Gambar 4.7.c)).

a Segmen II

- panjang segmen = 100 m
- luas penampang pengerukan = 10 m² (diwakili oleh hasil crosssection 7 (lihat Gambar 4.7.d)).

a Segmen III

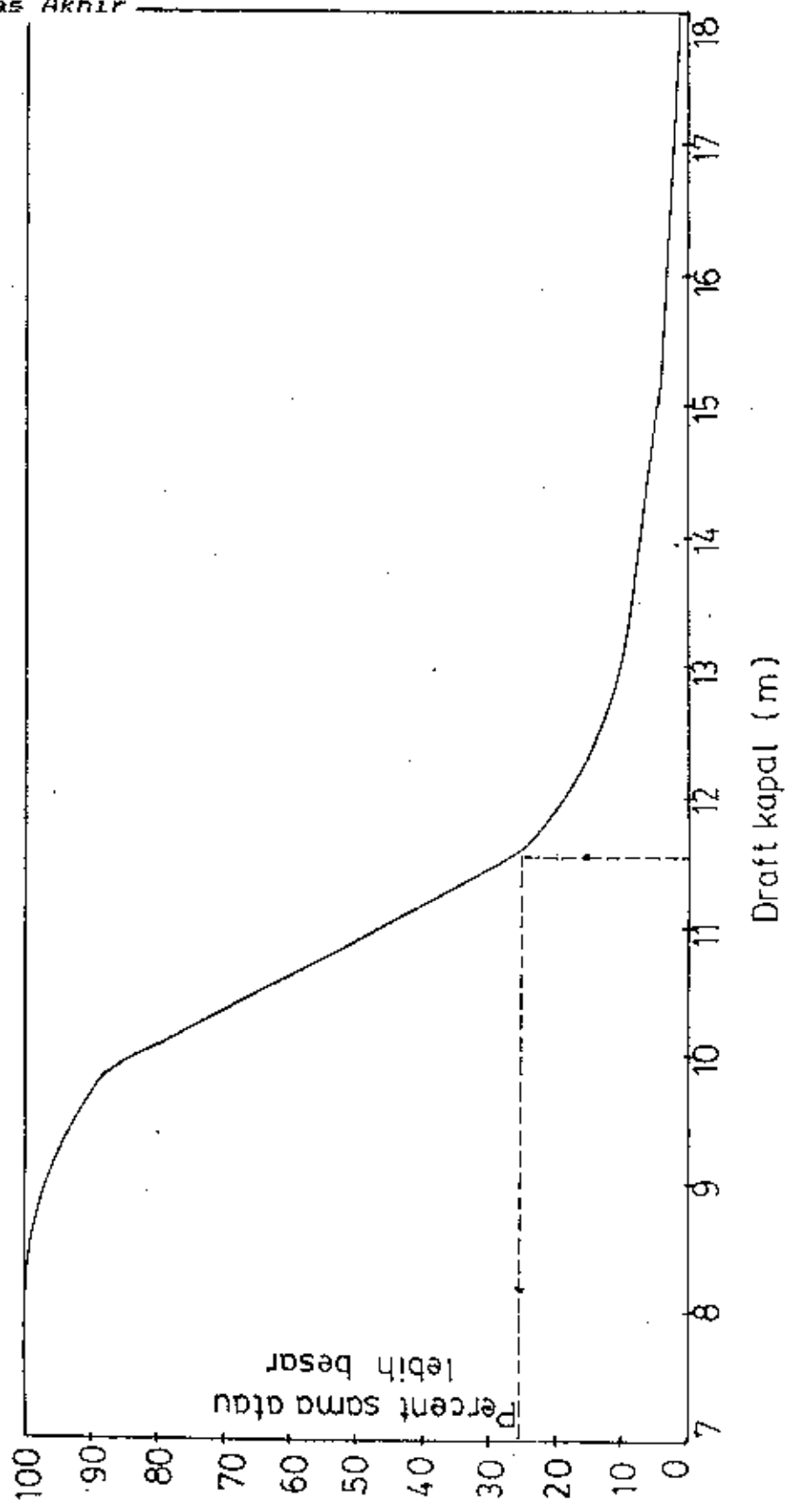
- panjang segmen = 75 m
- luas penampang pengerukan = 52,5 m² (diwakili oleh hasil crosssection 8A (lihat Gambar 4.7.e)).

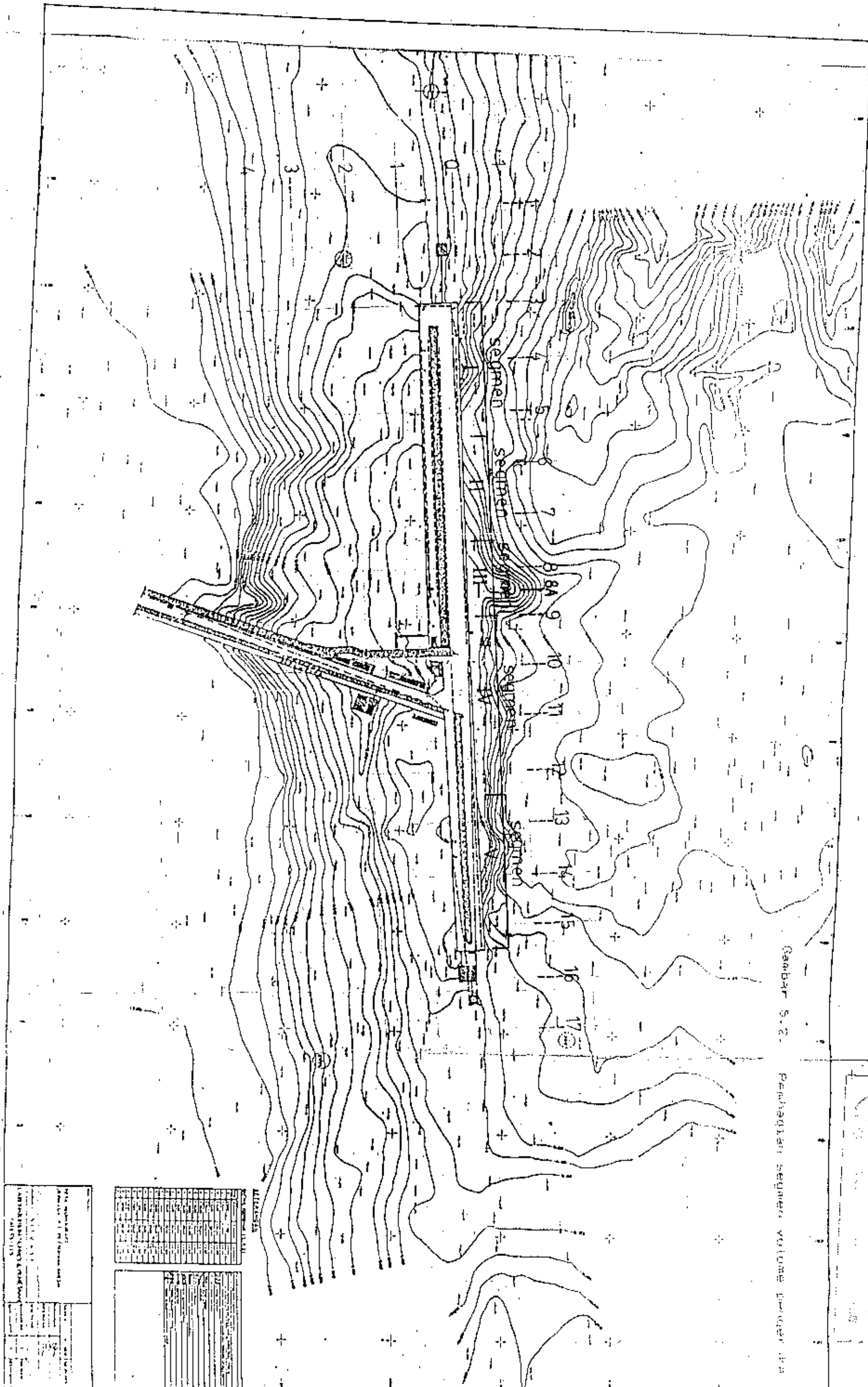
a Segmen IV

- panjang segmen = 175 m
- luas penampang pengerukan = 8,75 m² (diwakili oleh hasil crosssection 12 (lihat Gambar 4.7.f)).

Gambar 8.1. Grafik statistik draft kapal

Tugas Akhir





Gedder S.2. Perbaikan segmen volume perkeras

REKAM JEJAK	
No.	Isi
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	

Tugas Akhir

a. Segmen V

- panjang segmen = 150 m
- luas penampang pengerukan = 5,5 m² (diwakili oleh hasil crosssection 14 (lihat Gambar 4.7.g)).

Jadi volume pengerukan dapat dihitung seperti yang tercantum dalam Tabel 5.2.

Tabel 5.2. Volume pengerukan

Segmen	Panjang (m)	Luas penampang (m ²)	Volume pengerukan (m ³)
I	125	0	0
II	100	18	1800
III	75	52,5	3937,5
IV	175	8,25	1443,75
V	150	5,5	825
Total			8006,25

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Sedimentasi di dermaga pelabuhan PT. Petrokimia Gresik dapat terjadi akibat gelombang, arus laut, bahan buangan pabrik, limbah sungai, ceceraan bahan baku bongkar muat, konstruksi dermaga atau pergerakan kapal.

Dari hasil analisa penyebab sedimentasi didapat bahwa pengaruh gelombang, arus laut, limbah sungai, konstruksi dermaga adalah relatif kecil. Sedangkan untuk mengetahui pengaruh ceceraan bahan baku bongkar muat dan bahan buangan pabrik dapat diterangkan berdasarkan hasil analisa kimia material dasar. Hasil analisa tersebut menyebutkan bahwa kadar tanah asli (dolomit) tinggi, sedangkan bahan-bahan yang lainnya relatif sangat kecil. Jadi pengaruh ceceraan bahan baku bongkar muat dan bahan buangan pabrik terhadap sedimentasi di daerah dermaga adalah relatif kecil.

Dari hasil analisa dan bukti-bukti yang ada maka sebagai penyebab utama terjadinya pengumpulan sedimentasi di sekitar dermaga adalah akibat pergerakan kapal di daerah tersebut.

Bila tidak terjadi pengembangan pelabuhan (perubahan struktur dermaga dan susunan kapal) maka pengumpulan sedimentasi tertinggi di depan dermaga terletak pada jarak 250 m s/d 300 m dari tepi dermaga bagian utara. Hal ini

Tugas Akhir

disebabkan arus baling-baling kapal yang terjadi didaerah ini adalah yang terbesar. Ini mudah dimengerti karena kebutuhan gaya dorong kapal saat bergerak merupakan yang terbesar.

Cara yang paling efektif untuk mengatasi terjadinya pengumpulan sedimentasi di depan dermaga adalah pengerukkan. Penentuan perioda pengerukkan setiap 1 tahun sekali sudah cukup memuaskan. Kolam pelabuhan PT.Petrokimia Gresik dengan pengerukkan setiap 1 tahun ini dapat melayani dengan aman sekitar 75 % dari seluruh kapal terbesar. Dan hanya 25 % dari seluruh kapal terbesar harus mengurangi muatannya hingga draft kapal menunjukkan harga 11,55 m.

Sebenarnya sedimentasi yang terjadi di sekitar dermaga dapat dicegah / dikurangi dengan cara sebagai berikut:

1. Kapal-kapal yang akan sandar maupun yang meninggalkan dermaga harus dalam kondisi baling-baling berhenti. Hal ini dapat dilakukan dengan bantuan kapal tunda.
2. Ukuran butiran material dasar laut di daerah dermaga diganti dengan butiran yang mempunyai kecepatan kritis jauh lebih besar dari pada kecepatan arus baling-baling kapal.

Tentu saja kedua cara tersebut dapat diterima bila dilihat dari segi ekonomi sangat menguntungkan. Tetapi bila hasil evaluasi tidak ekonomis maka penanganan masalah dengan cara pengerukkan serta perioda pengerukkan setiap 1 tahun

Tugas Akhir

sekali sudah cukup tepat.

BAB VII

P E N U T U P

Sedimentasi merupakan problem yang tidak dapat diabaikan disetiap pelabuhan. Apalagi bila didapat kenyataan bahwa tingkat sedimentasinya tinggi. Hal ini sangat menghambat kelancaran operasional, lebih-lebih bila pelabuhan tersebut sarat akan jadwal pelayanan kapal-kapal yang akan melakukan bongkar muat.

Sedimentasi di daerah pelabuhan dapat terjadi akibat : gelombang, arus laut, buangan industri, limbah sungai, ceceran bongkar muat, kontruksi laut (dermaga, penangkis gelombang, groin dan lain lain) ataupun pergerakan kapal. Oleh karena itu, untuk mengetahui penyebab sedimentasi kita harus menganalisisnya satu persatu, manakah yang paling dominan ? Apabila penyebab sedimentasi dan pemecahannya telah diketemukan maka kita dapat mencegah atau mengurangi bahaya sedimentasi di daerah tersebut.

Pemecahan masalah sedimentasi itu pada umumnya dapat dilakukan dengan cara pengerukan atau pembangunan kontruksi penangkap sedimen . Pemilihan cara tersebut diatas harus didasari atas hasil analisa penyebab sedimentasi serta harus disesuaikan dengan kondisi di sekitar daerah tersebut. Hal ini agar keputusan yang diambil adalah merupakan alternatif

Tugas Akhir

yang terbaik.

Dan akhir kata, penulis hanya dapat berharap buku tugas akhir ini ada mamfaatnya untuk penyelidikan sedimentasi di luar pelabuhan PT. Petrokimia Gresik ini, Amin.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bemmeker. van (1970) : " The Geological of Indonesia ".
2. Didik HW dan Didik T (1983) : " Perencanaan Pengembangan Dermaga Pelabuhan Khusus P.T. Petrokimia Gresik " : Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
3. Haryati.Sri, Ir : " Pelabuhan I " : Diktat Kuliah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
4. Mochtar. Indrasurya B, Ir MSc PhD : " Mekanika Tanah III " : Diktat Kuliah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
5. Muhamadi. Mansur, Ir MSc : " Ilmu Ukur Tanah I " : Diktat Kuliah Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
6. Ranald V G, BS MS CE (1986) : " Teori dan Soal-soal Mekanika Fluida dan Hidraulika " : Seri Buku Schaum, Edisi Kedua, SI Metrik Diterjemahkan Oleh Ir Herman Widodo Soemitro.
7. Ries. H, PhD and Thomas LW, PhD (1930) : " Element of Engineering Geologi ".

8. ----- (1961) : " Ship Building and Marine Engineering in Japan " : The Shipbuilders' Association of Japan and Japan Ship Exporters' Association.
9. ----- (1984) : " Shore Protection Manual " : US ARMY Coastal Engineering Research Center : US Government Printing Office, Washington DC.
10. Soetrisno (1978) : "Mekanika Fisika Dasar " : Seri Fisika, Penerbit Institut Teknologi Bandung.
11. Velden, ETJM. van der, Ir (1989) : "Coastal Engineering" : Volume II, Delft University of Technology Department of Civil Engineering, Delft The Netherlands.

NO	VESSEL	DWT	LOA	DRAFT
1	ASIA I	52,161	217	12.000
2	ALADIN	35,904	194	11.278
3	AKBAR	35,278	200	10.363
4	ASIAN BEAUTY	36,841	190	9.800
5	ANDROS MARINER	38,185	190	9.754
6	ANDROS CITY	35,000	190	11.500
7	ANDROS ISLAND	39,156	188	10.668
8	ATON	45,000	188	10.000
9	APHRODITE	37,528	197	10.500
10	AL NOOR	45,629	191	17.000
11	AL MUJEEB	45,500	191	17.000
12	ABU HANNA	45,779	190	10.858
13	ABYDOS	42,500	189	11.000
14	AKTEA	43,833	205	10.973
15	ANTIGONE	41,052	184	12.107
16	ARCHANGELOS	42,864	192	11.000
17	ANDROS CASTLE	39,152	190	11.000
18	AL NASEE	45,929	191	10.200
19	ARTEMIS	40,846	183	10.540
20	AL AMIRA	39,193	186	11.278
21	ALBERG	44,600	190	14.000
22	ALFA	53,400	206	13.273
23	AECHIMEDES	39,440	188	11.000
24	APOSTOLOS ANDREAS III	41,454	189	10.787
25	BREAM	45,000	189	9.800
26	BLACK PEARL	47,376	203	10.858
27	BOBILNA	64,884	254	9.200
28	BEATANAVIS	38,924	184	11.000
29	BEISLAND	42,083	188	11.000
30	COSTANZA M.	37,857	188	9.754
31	CHIKIZEN	45,000	190	9.600
32	COSTIS	37,026	189	10.668
33	CAPETAN COSTIS	50,240	212	12.203
34	CHINA TRIDENT	41,000	192	
35	CAPETAN V.	42,184	202	10.973
36	CROMN TRADER	42,053	198	
37	DEVARAYA JAYANTI	36,491	192	9.700
38	DESPINA	55,598	219	10.058
39	DOMIAT	32,399	200	10.500
40	ELA MANA MOU	38,100	200	10.363
41	ELEGANCE	41,796	193	15.400
42	FRIOMENO LEMBO	45,000	195	
43	FJORDWIND	50,550	218	12.550
44	GRESIK	43,366	198	11.322
45	GUMAMETA	39,928	194	12.000

NO	VESSEL	DWT	LOA	DRAFT
46	GOLDEN TRECTER	56,242	200	13.323
47	GRECIAN SPIRIT	41,620	202	11.582
48	GELNEAGLES	43,381	188	11.320
49	GURHAN GUNTER	44,291	197	11.290
50	GOLDEN CONDOR	43,218	190	11.000
51	HORDA	38,787	182	11.613
52	HUPEH	45,260	183	11.917
53	HUNAN	40,507	183	9.500
54	IRENES LEMOS	42,603	201	10.288
55	IRENES SUCCES	38,290	201	9.754
56	IOUIAN WIND	37,295	185	10.000
57	JHONSON CHEMESTAR	37,532	175	7.500
58	JHONSON CHEMSUM	37,572	175	10.000
59	JO LONN	39,273	175	10.700
60	JO OAK	39,160	178	10.000
61	JARILLA	38,883	181	11.911
62	LILY STAR	44,959	212	11.500
63	MALARENGI	38,240	200	11.500
64	MARIA TAPIC	37,253	188	10.000
65	MEXICAN SEA	39,013	186	10.000
66	MISS MARIETTA	40,501	205	10.300
67	MUSE	40,323	182	14.000
68	MISTER MICHAEL	54,698	228	12.500
69	MIXICAN GULF	56,324	207	12.000
70	NEPTUNE SIRIUS	36,870	187	10.000
71	NORA	37,657	187	14.000
72	NIKAS	35,000	176	
73	NORTHGATE	38,349	200	11.500
74	OWL TRANSPORTER	39,743	174	7.500
75	PROSPERUS	35,672	193	10.300
76	PASIFIC OCEAN	37,250	188	9.750
77	PISCES PIONER	35,310	178	14.000
78	PANTO KRATOR	54,311	220	11.000
79	QENA	38,391	200	
80	RISANGER	39,273	171	9.754
81	RUTH VENTURE	41,502	189	10.700
82	RIMBA SEPEHR	36,843	186	11.000
83	SANKO CEDAR	37,067	188	10.000
84	SANKO RUBY	37,128	188	10.000
85	SANKO PLATANUS	39,834	184	10.000
86	SANKO NOBEL	38,305	179	10.000
87	SANKO SEVERAGU	38,248	180	10.821
88	SANKO EAGLE	37,651	180	9.000
89	SANKO HONEYSUDE	37,746	185	10.079
90	SAGGARA	41,535	188	10.059

NO	VESSEL	DWT	LOA	DRAFT
91	SOVERIGN VENTURE	40,000	190	
92	SEA LUCK	43,796	198	18 000
93	SERAFINO FERRUZI	61,102	195	9 580
94	SAMJOHN MARINER	54,270	219	12 840
95	SEA CHALLENGER	42,165	190	9 750
96	SABRE	58,280	235	12 510
97	STOVE TRADITION	42,129	179	11 000
98	SUMMI SUPERSTANS	47,207	197	11 688
99	THEBES	41,503	188	10 720
100	TAI	40,891	183	11 000
101	TUCUS EFFORT	42,637	183	11 000
102	VICE ROY	37,528	205	9 455
103	VENTURE	75,670	259	9 800
104	WADI AL MOLOUK	45,041	195	
105	WORLD NEGOTIATOR	44,735	190	9 754
106	WADI AL KAMAR	45,000	195	15 180
107	WADI AL NAKHEEL	45,112	196	11 400
108	WESTERN GLORY	38,888	180	10 830
109	WADI AL NATROON	45,155	196	11 400
110	WESTERN GLORY	38,888	180	10 931
111	WESTERN FRIEND	45,528	193	12 159
112	WESTERN ANDES	37,714	183	11 000
113	WESTERN TRIAS	38,400	194	11 000
114	WESTERN FAITH	38,888	180	11 000
115	YASAKO VENTURE	38,623	190	11 545

DATA PENGELUARAN AIRS LERAWA PAKSI (RHSZ)

REKISI : Δ

TEL : 9 - 10 - 11 - 1989

PERKALAN: 80

SEKALAH: 02 D , 06 D , 08 D

No	JAM	ARAH	KECEPATAN		ARAH	KECEPATAN		ARAH	KECEPATAN		KECEPATAN		RATA-2 (RATA-2)
			TS UDRA	(M/D)		TS UDRA	(M/D)		TS UDRA	(M/D)	TS UDRA	(M/D)	
1	10	302	0.357	336	0.385	340	0.370	0.371	341.000				
2	11	302	0.146	340	0.260	351	0.171	0.176	346.667				
3	12	162	0.159	184	0.241	160	0.161	0.180	162.000				
4	13	162	0.175	166	0.215	160	0.187	0.192	164.667				
5	14	150	0.417	144	0.377	152	0.394	0.413	148.667				
6	15	154	0.426	150	0.444	154	0.435	0.435	152.667				
7	16	150	0.323	150	0.352	150	0.371	0.354	150.000				
8	17	320	0.120	310	0.172	310	0.116	0.110	312.667				
9	18	305	0.247	314	0.262	300	0.215	0.240	303.000				
10	19	330	0.541	330	0.541	341	0.500	0.527	334.667				
11	20	330	0.571	336	0.657	342	0.500	0.574	342.333				
12	21	340	0.426	325	0.513	330	0.526	0.424	331.667				
13	22	320	0.351	225	0.290	320	0.340	0.329	291.000				
14	23	320	0.215	330	0.306	321	0.196	0.240	324.667				
15	24	160	0.400	156	0.357	160	0.470	0.411	156.667				
16	1	154	0.517	154	0.400	156	0.450	0.450	156.000				
17	2	154	0.556	164	0.426	132	0.500	0.494	150.667				
18	3	146	0.571	150	0.657	150	0.714	0.661	148.667				
19	4	162	0.633	160	0.657	156	0.604	0.702	159.333				
20	5	150	0.500	145	0.455	150	0.554	0.503	149.333				
21	6	164	0.526	164	0.541	150	0.540	0.572	161.333				
22	7	336	0.106	320	0.115	340	0.124	0.116	336.667				
23	8	304	0.211	334	0.209	334	0.211	0.236	332.000				
24	9	300	0.690	324	0.657	326	0.741	0.649	327.333				
25	10	334	0.354	336	0.625	334	0.690	0.559	335.333				
26	11	316	0.667	308	0.625	310	0.568	0.627	311.333				

EXPLAN: 020 , 060 , 060

№	№№	№№	КРЕДИТ		№№	КРЕДИТ		№№	КРЕДИТ		№№	КРЕДИТ	
			Д/Д	Д/Д		Д/Д	Д/Д		Д/Д	Д/Д		Д/Д	Д/Д
1	13	336	0.426	370	0.457	330	0.385	0.409	336.000				
2	14	345	0.687	372	0.625	370	0.571	0.621	362.000				
3	15	360	0.714	365	0.667	360	0.599	0.554	352.000				
4	16	352	0.167	350	0.162	346	0.154	0.152	344.333				
5	17	420	0.079	168	0.076	164	0.075	0.076	150.000				
6	18	443	0.154	143	0.152	141	0.149	0.152	144.333				
7	19	594	0.435	150	0.420	140	0.377	0.404	154.667				
8	20	538	0.531	152	0.571	164	0.571	0.571	151.333				
9	21	170	0.323	166	0.323	160	0.282	0.300	172.000				
10	22	180	0.273	160	0.273	152	0.267	0.274	158.333				
11	23	271	0.075	340	0.073	344	0.074	0.074	340.333				
12	24	321	0.142	321	0.140	341	0.130	0.131	332.333				
13	25	341	0.444	340	0.444	344	0.420	0.430	341.333				
14	26	241	0.500	326	0.500	344	0.500	0.500	332.000				
15	27	327	0.336	327	0.317	330	0.217	0.255	328.000				
16	28	221	0.188	345	0.164	351	0.160	0.163	342.333				
17	29	160	0.230	160	0.211	160	0.200	0.212	160.000				
18	30	181	0.478	180	0.525	152	0.411	0.501	154.333				
19	31	160	0.667	160	0.769	156	0.556	0.664	154.333				
20	32	172	0.870	170	0.791	170	0.820	0.827	170.667				
21	33	166	0.500	162	0.200	166	0.455	0.505	164.667				
22	34	164	0.476	156	0.741	164	0.444	0.564	161.333				
23	35	270	0.025	180	0.017	256	0.033	0.025	214.667				
24	36	324	0.290	340	0.274	350	0.260	0.275	338.000				
25	37	350	0.526	342	0.500	342	0.465	0.497	344.667				
26	38	360	0.695	345	0.556	343	0.526	0.576	342.667				

DOK. PENELITIAN ARS DESAGA PEDRO GRESIK

POSISI : C

TKL : 6-7-11-1909

REKAMER: HQ

REOLAN: 020 , 060 , 080

No	JK	ARH TH UDRA	KERPAW (M/D)	ARH TH UDRA	KERPAW (M/D)	ARH TH UDRA	KERPAW (M/D)	KERPAW RASA-2	KERPAW RASA-2
1	11	190	0.526	158	0.354	160	0.354	0.416	152.667
2	12	194	0.513	190	0.417	138	0.352	0.441	140.667
3	13	194	0.769	164	0.687	164	0.571	0.614	164.000
4	14	194	0.333	190	0.333	144	0.306	0.325	140.667
5	15	160	0.299	158	0.299	154	0.299	0.299	151.333
6	16	390	0.244	392	0.317	320	0.313	0.291	331.000
7	17	338	1.030	338	0.625	334	0.526	0.717	335.667
8	18	394	0.833	390	0.556	390	0.400	0.540	391.333
9	19	330	0.598	350	0.278	395	0.370	0.412	391.000
10	20	338	0.588	390	0.520	394	0.408	0.499	390.667
11	21	394	0.982	320	0.290	328	0.687	0.636	321.333
12	22	392	0.541	390	0.417	330	0.400	0.452	390.667
13	23	394	0.395	398	0.317	321	0.250	0.309	394.333
14	24	153	0.526	156	0.466	154	0.400	0.464	155.667
15	1	156	0.591	150	0.377	150	0.357	0.425	152.000
16	2	154	0.625	154	0.541	156	0.571	0.579	150.667
17	3	150	0.791	186	0.426	152	0.351	0.506	149.333
18	4	156	0.714	160	0.556	153	0.526	0.599	150.000
19	5	160	0.135	156	0.160	150	0.200	0.166	155.333
20	6	320	0.198	316	0.206	328	0.204	0.205	321.333
21	7	328	0.494	396	0.313	396	0.278	0.365	391.333
22	8	390	0.426	322	0.426	324	0.095	0.499	328.667
23	9	330	0.207	398	0.253	338	0.235	0.229	391.333
24	10	390	0.291	390	0.213	328	0.280	0.271	305.000
25	11	210	0.143	216	0.006	210	0.012	0.064	212.000
26	12	194	0.111	158	0.179	150	0.139	0.141	155.667

DOK. PERUBAHAN ALAS TERPAKA PERIOD GABUNG

POSISI : D

TL : 9-10-11-1969

REKOR: Ir. ANTONIS DAJUN

REOLAHSI : Q 2 D , Q 6 D , Q 6 D

No	JAH	ASAM	KESIMPANAN	ASAM	KESIMPANAN	ASAM	KESIMPANAN	KETERANGAN	REKOR
		DI UDARA	(N/D)	DI UDARA	(N/D)	DI UDARA	(N/D)	REKOR-2	(REKOR)
									(N/D)
1	16	32	0.486	32	0.476	32	0.403	0.442	342.000
2	21	32	0.429	30	0.513	30	0.446	0.461	342.000
3	22	32	0.568	32	0.606	32	0.633	0.669	342.000
4	17	274	0.096	186	0.114	176	0.061	0.074	176.000
5	14	32	0.298	186	0.337	180	0.699	0.444	204.000
6	15	13	0.543	13	0.909	18	1.190	0.661	136.000
7	16	206	0.714	236	0.591	206	0.566	0.616	206.000
8	17	126	0.134	142	0.106	142	0.133	0.125	146.000
9	18	32	0.298	324	0.270	324	0.500	0.356	324.000
10	14	326	1.136	22	1.115	22	1.316	1.186	226.000
11	20	30	0.695	30	0.600	30	0.566	0.663	300.000
12	26	312	1.136	32	1.053	312	1.007	1.092	312.000
13	22	36	0.694	30	0.800	36	0.662	0.776	344.000
14	23	326	0.625	30	0.800	36	0.962	0.736	344.000
15	26	32	0.132	76	0.156	122	0.325	0.204	164.000
16	6	343	0.142	62	0.071	122	0.424	0.212	176.667
17	2	140	1.000	140	0.800	140	1.190	1.020	140.000
18	3	142	1.000	142	0.890	142	1.146	0.932	142.000
19	4	154	1.000	156	0.800	156	0.641	0.614	156.000
20	5	146	1.000	146	1.053	146	0.662	1.001	146.000
21	6	146	1.316	146	1.176	146	1.431	1.321	146.000
22	7	142	0.595	173	0.626	142	0.736	0.669	151.333
23	8	320	0.275	320	0.212	320	0.667	0.450	320.000
24	9	326	1.250	326	1.334	326	1.562	1.382	326.000
25	10	320	1.667	320	1.250	320	1.563	1.443	320.000

DATA PROGRAM ALE DESKTOP DESKTOP

FOCUS: E

TEL: 1-2-11-1989

PERIOD: 12. AMBERG DATA

REMARKS: 020 0.00 0.00

No	JAH	ARW		RECEIVED		ARW		RECEIVED		ARW		RECEIVED		RECEIVED		RATA-2	RATA-2
		TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)		
1	13	310	0.142	310	0.011	310	0.001	0.053	310.000								
2	14	310	0.169	310	0.202	310	0.189	0.167	310.000								
3	15	310	0.165	320	0.123	320	0.122	0.131	310.661								
4	16	290	0.102	290	0.126	290	0.121	0.119	290.667								
5	17	120	0.028	130	0.038	130	0.035	0.033	120.667								
6	18	135	0.230	135	0.204	135	0.203	0.252	135.000								
7	19	100	0.102	100	0.171	125	0.095	0.133	120.333								
8	20	180	0.200	180	0.333	120	0.094	0.192	190.667								
9	21	130	0.191	130	0.269	130	0.181	0.216	133.000								
10	22	250	0.120	275	0.180	300	0.056	0.105	275.000								
11	23	330	0.083	330	0.140	330	0.140	0.105	330.000								
12	24	305	0.125	310	0.403	315	0.229	0.253	310.000								
13	1	310	0.357	310	0.430	310	0.053	0.263	310.000								
14	2	320	0.202	305	0.250	290	0.217	0.223	300.667								
15	3	130	0.233	130	0.290	140	0.210	0.228	133.333								
16	4	140	0.195	190	0.177	190	0.163	0.179	140.000								
17	5	135	0.159	135	0.197	135	0.255	0.204	135.000								
18	6	150	0.235	150	0.250	150	0.203	0.203	150.000								
19	7	135	0.190	135	0.202	135	0.180	0.191	135.000								
20	8	140	0.222	140	0.272	140	0.238	0.244	140.000								
21	9	105	0.097	105	0.132	105	0.114	0.114	105.000								
22	10	100	0.135	100	0.204	100	0.258	0.225	100.000								
23	11	310	0.087	310	0.140	310	0.118	0.115	310.000								
24	12	310	0.311	310	0.410	310	0.352	0.380	310.000								
25	13	312	0.377	312	0.463	312	0.463	0.434	312.000								

DATA PENELITIAN ARAS DEWAGA PETRO GRABIK

KOLISI : F

TGL : 6-7-11-1989

PEMBAKAR : L. ANDRUS DAINI

KESIMPULAN : 0.2 D , 0.6 D , 0.8 D

No	JAM	ARAH	KECEPATAN	ARAH	KECEPATAN	ARAH	KECEPATAN	KECEPATAN	KECEPATAN
		TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	TH UDRA	(M/D)	80CM-2	80CM-2
								(M/D)	(M/D)
1	11	160	0.392	160	0.571	160	0.530	0.411	160.000
2	12	156	0.227	156	0.327	156	0.205	0.253	156.000
3	13	144	0.255	144	0.408	144	0.362	0.335	144.000
4	14	322	0.111	322	0.109	322	0.123	0.114	322.000
5	15	210	0.073	210	0.095	210	0.074	0.085	210.332
6	16	322	0.294	322	0.370	322	0.362	0.335	322.000
7	17	318	0.530	318	0.476	318	0.472	0.443	318.000
8	18	330	0.507	330	0.456	330	0.500	0.435	330.000
9	19	330	0.250	330	0.206	330	0.371	0.294	330.000
10	20	330	0.235	330	0.263	330	0.321	0.273	330.000
11	21	330	0.133	330	0.085	330	0.098	0.097	330.333
12	22	120	0.144	120	0.179	120	0.236	0.186	120.000
13	23	100	0.109	100	0.102	100	0.242	0.206	100.000
14	24	130	0.313	130	0.377	130	0.556	0.415	130.000
15	1	136	0.352	136	0.455	136	0.556	0.454	136.000
16	2	142	0.294	142	0.425	142	0.610	0.443	142.000
17	3	152	0.313	156	0.455	156	0.556	0.445	156.000
18	4	150	0.397	150	0.667	150	0.568	0.527	150.000
19	5	116	0.245	110	0.238	110	0.315	0.251	110.000
20	6	260	0.144	270	0.164	270	0.087	0.145	260.661
21	7	370	0.276	300	0.267	300	0.253	0.266	300.000
22	8	250	0.284	250	0.286	250	0.260	0.277	250.000
23	9	322	0.256	322	0.230	322	0.260	0.249	322.000
24	10	76	0.063	76	0.033	76	0.032	0.042	76.000
25	11	390	0.057	390	0.034	390	0.031	0.041	390.000

PENGAMATAN PASANG SURUT DI PETRO GRESIK

TGL 30/10/89 sampai dengan 13/11/1989

No	JAM	ELEVASI
1	15	181
2	16	175.9
3	17	180.7
4	18	194.5
5	19	209.4
6	20	230.9
7	21	265.9
8	22	284.3
9	23	278.8
10	24	253.4
11	1	222.8
12	2	188.2
13	3	166
14	4	123.2
15	5	113.2
16	6	110.6
17	7	113.5
18	8	116.4
19	9	129.4
20	10	163.6
21	11	177.3
22	12	180.4
23	13	184
24	14	179.9
25	15	179.2
26	16	183
27	17	186.9
28	18	201.1
29	19	214.8
30	20	233.2
31	21	256.1
32	22	278.1
33	23	284.5
34	24	273.0
35	1	238.4
36	2	211.9
37	3	183.8
38	4	141.8
39	5	112.7
40	6	103.7
41	7	100
42	8	104.1
43	9	113.6
44	10	132.7
45	11	162.4
46	12	169.9
47	13	169.2
48	14	168.8
49	15	177
50	16	177.9

51	17	184.3
52	18	202.9
53	19	223.4
54	20	229.3
55	21	246.3
56	22	278.9
57	23	288.9
58	24	285.9
59	1	245.6
60	2	225.4
61	3	194.8
62	4	163.2
63	5	137.2
64	6	113.5
65	7	105.6
66	8	108.2
67	9	108.3
68	10	118.3
69	11	140.5
70	12	159.7
71	13	171.2
72	14	172.9
73	15	175.6
74	16	180.8
75	17	190.7
76	18	201.6
77	19	225.6
78	20	237
79	21	247.7
80	22	266.1
81	23	283.7
82	24	285.1
83	1	270.4
84	2	234
85	3	209.9
86	4	184.4
87	5	155.4
88	6	123.3
89	7	103.2
90	8	105.7
91	9	100.1
92	10	104.2
93	11	118.7
94	12	138.8
95	13	153.4
96	14	165.1
97	15	167
98	16	169
99	17	170.8
100	18	187.4
101	19	220.1
102	20	230.8
103	21	239.5
104	22	256.4
105	23	270.7
106	24	276.4

107	1	272.5
108	2	241.6
109	3	212.8
110	4	193.7
111	5	176.3
112	6	141.3
113	7	121.7
114	8	109.3
115	9	107.6
116	10	109.5
117	11	111.3
118	12	113.2
119	13	138
120	14	160.3
121	15	165.5
122	16	169.8
123	17	181.6
124	18	195
125	19	215
126	20	236.9
127	21	248.5
128	22	259.4
129	23	273
130	24	274.2
131	1	273
132	2	256.4
133	3	234.4
134	4	220.3
135	5	193.5
136	6	156
137	7	144.1
138	8	128.5
139	9	113.6
140	10	110.5
141	11	108.7
142	12	118.9
143	13	132.5
144	14	142.9
145	15	162.9
146	16	180.9
147	17	181.8
148	18	192.1
149	19	209.8
150	20	225
151	21	247.5
152	22	253.3
153	23	258.8
154	24	259.3
155	1	258.4
156	2	249.1
157	3	242.5
158	4	221.1
159	5	209.3
160	6	189.1
161	7	159.2
162	8	143.7

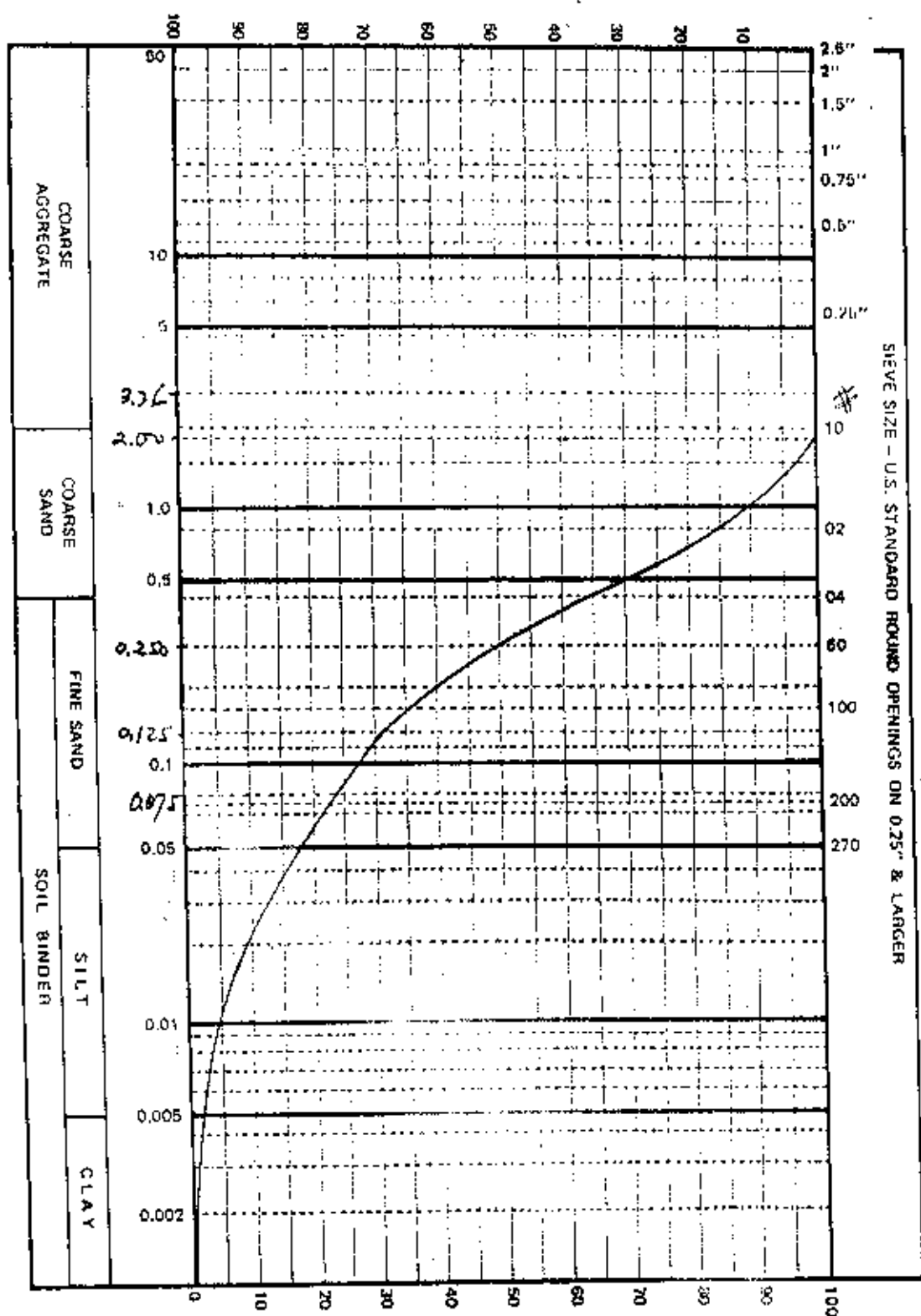
163	9	130.8
164	10	119.1
165	11	107.9
166	12	109.4
167	13	108.2
168	14	117.5
169	15	139.8
170	16	159.5
171	17	172.7
172	18	191.4
173	19	202.8
174	20	219.5
175	21	242.2
176	22	251.9
177	23	250.5
178	24	247.1
179	1	245.2
180	2	243.9
181	3	243.7
182	4	234
183	5	222.1
184	6	213
185	7	185.7
186	8	168.5
187	9	151.5
188	10	140.5
189	11	119.5
190	12	113
191	13	118
192	14	118.3
193	15	132
194	16	152.5
195	17	183.7
196	18	204.9
197	19	208.4
198	20	212.3
199	21	226.3
200	22	238.1
201	23	241.2
202	24	236.5
203	1	231.6
204	2	229.2
205	3	226.9
206	4	224.2
207	5	220.7
208	6	210.9
209	7	207.2
210	8	190.3
211	9	170.8
212	10	154.2
213	11	142.6
214	12	118.2
215	13	114.5
216	14	112.1
217	15	121.9
218	16	149

219	17	173.5
220	18	202.7
221	19	214.4
222	20	223.6
223	21	230
224	22	237.9
225	23	241.7
226	24	229.6
227	1	213.8
228	2	202.9
229	3	201.6
230	4	201
231	5	207.8
232	6	208.4
233	7	208.3
234	8	206.9
235	9	193.9
236	10	179.1
237	11	162.3
238	12	134.4
239	13	116.7
240	14	112.2
241	15	124.3
242	16	136.6
243	17	161.1
244	18	198
245	19	229.8
246	20	231.9
247	21	235.9
248	22	244.1
249	23	234.5
250	24	229.4
251	1	211.4
252	2	200.4
253	3	193.6
254	4	185.6
255	5	186.7
256	6	188
257	7	198.9
258	8	209.2
259	9	203.1
260	10	196.5
261	11	177.9
262	12	152.7
263	13	139.1
264	14	123
265	15	126.1
266	16	145.7
267	17	172
268	18	205.5
269	19	242.2
270	20	253.1
271	21	254.2
272	22	249.7
273	23	243.4
274	24	233

275	1	207.7
276	2	184.6
277	3	175.2
278	4	172.5
279	5	169.5
280	6	166.4
281	7	172.6
282	8	192.4
283	9	209
284	10	213.7
285	11	199.4
286	12	178.4
287	13	163.3
288	14	151.8
289	15	142.5
290	16	157.5
291	17	176.9
292	18	208
293	19	247.6
294	20	279
295	21	283.3
296	22	263.3
297	23	250.7
298	24	232.4
299	1	213.3
300	2	174.3
301	3	151.1
302	4	143.7
303	5	142.8
304	6	138.5
305	7	137.2
306	8	149.9
307	9	185
308	10	208.5
309	11	209.3
310	12	196
311	13	178.9
312	14	170
313	15	163.4
314	16	158.3
315	17	181.2
316	18	213.4
317	19	249.9
318	20	283
319	21	306.2
320	22	292.3
321	23	270.2
322	24	249.5
323	1	225.9
324	2	185
325	3	150.2
326	4	128.9
327	5	121.2
328	6	115.9
329	7	111.5
330	8	118.9

331	9	149
332	10	192.1
333	11	209
334	12	202.5
335	13	191
336	14	181.5
337	15	166
338	16	188.3
339	17	189.3
340	18	201.8
341	19	227.9
342	20	272.4
343	21	318.1
344	22	304
345	23	296.5
346	24	252.4
347	1	236.4
348	2	208.8
349	3	149
350	4	126.8
351	5	110.3
352	6	99.8
353	7	91.8
354	8	79
355	9	97
356	10	128.9
357	11	171.2
358	12	190.2
359	13	187.8
360	14	180.9
361	15	183.9
362	16	191.1
363	17	198.4
364	18	216

PERCENT RETAINED



Location

Sample No. : 2.

GRAIN SIZE ACCUMULATION

Sheet No. :

Time/Date : IV - II - 1985.

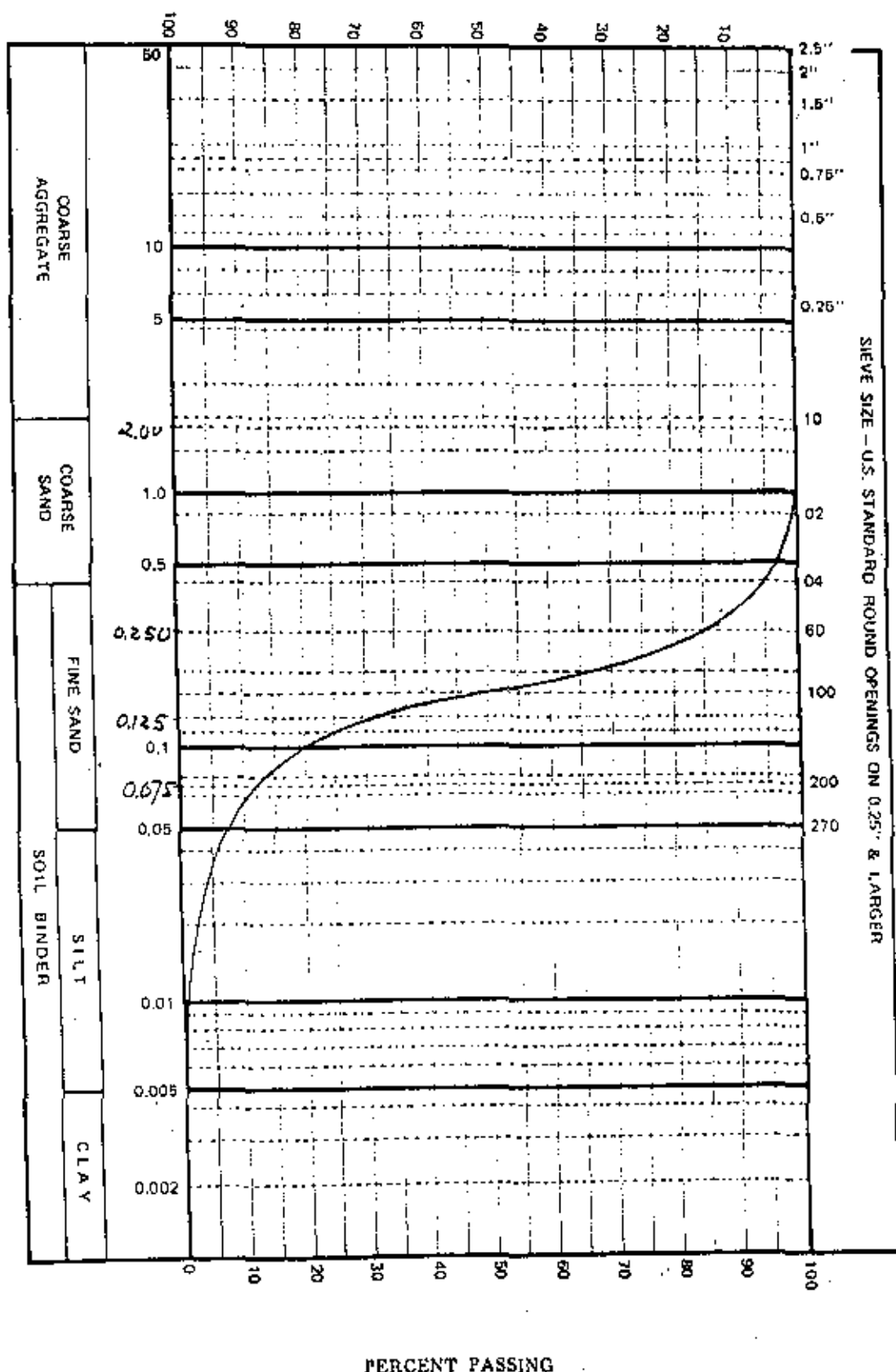
Position

G.H.

Position : KIRU

G.S.

: 2.7198.



Location : **Petroleum Creek**
 Time/Date : **11-11-1989**

MECHANICAL ANALYSIS GRAIN SIZE ACCUMULATION

Sample No. : **3**

G. H.

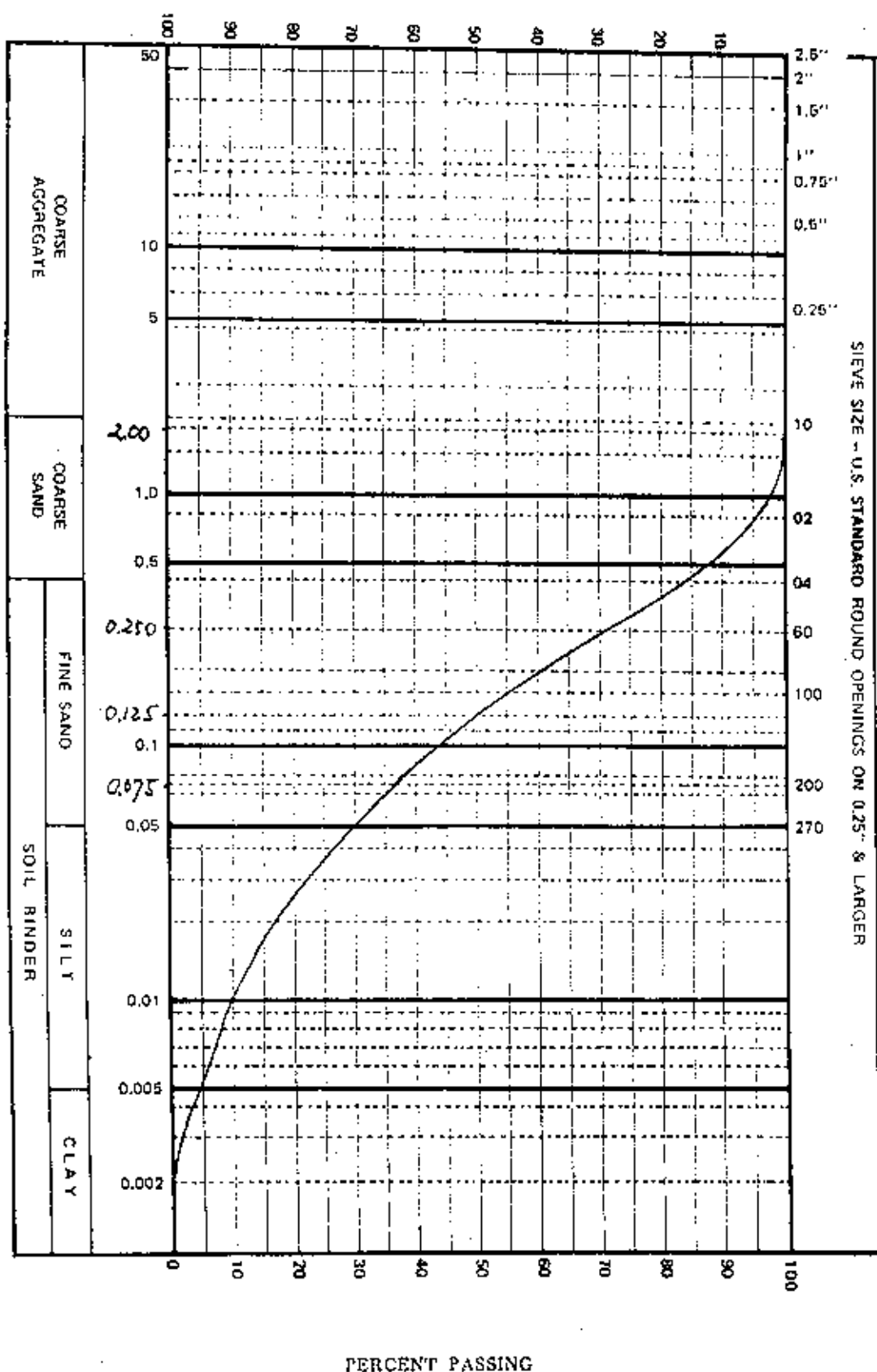
Sheet No.

Position

Kiki

G. S.

2.5966



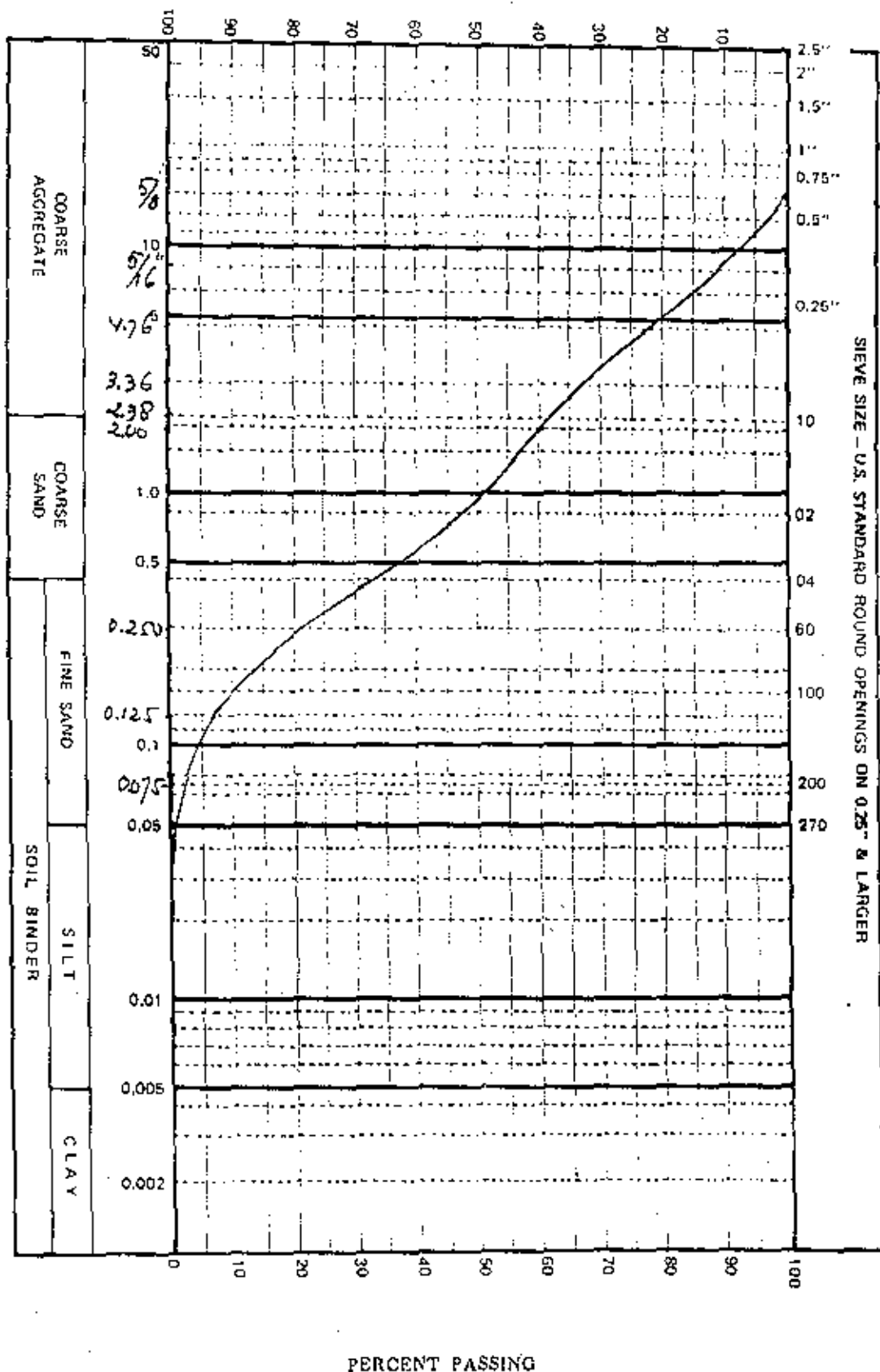
PERCENT RETAINED

Location : PETROKIMIA Gresik
Time/Date : 14-11-1989

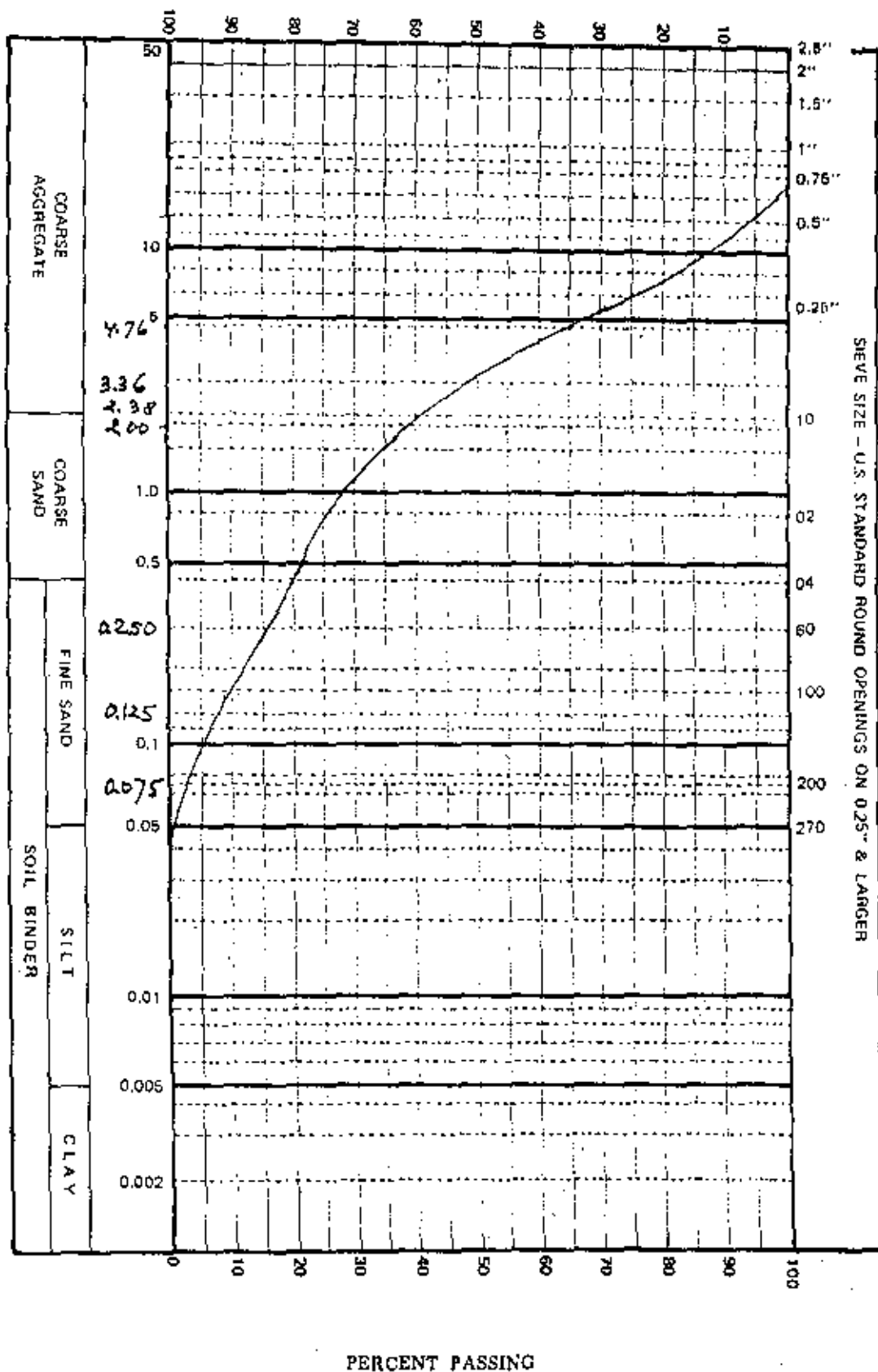
MECHANICAL ANALYSIS GRAIN SIZE ACCUMULATION

G. M. :
Position : KIRI

Sample No. : 4.
Sheet No. :
G. S. : Z.6015



PERCENT RETAINED



Location

Time/Date

G. H.

Position

ILLUMINATING ANALYSIS

GRAIN SIZE ACCUMULATION

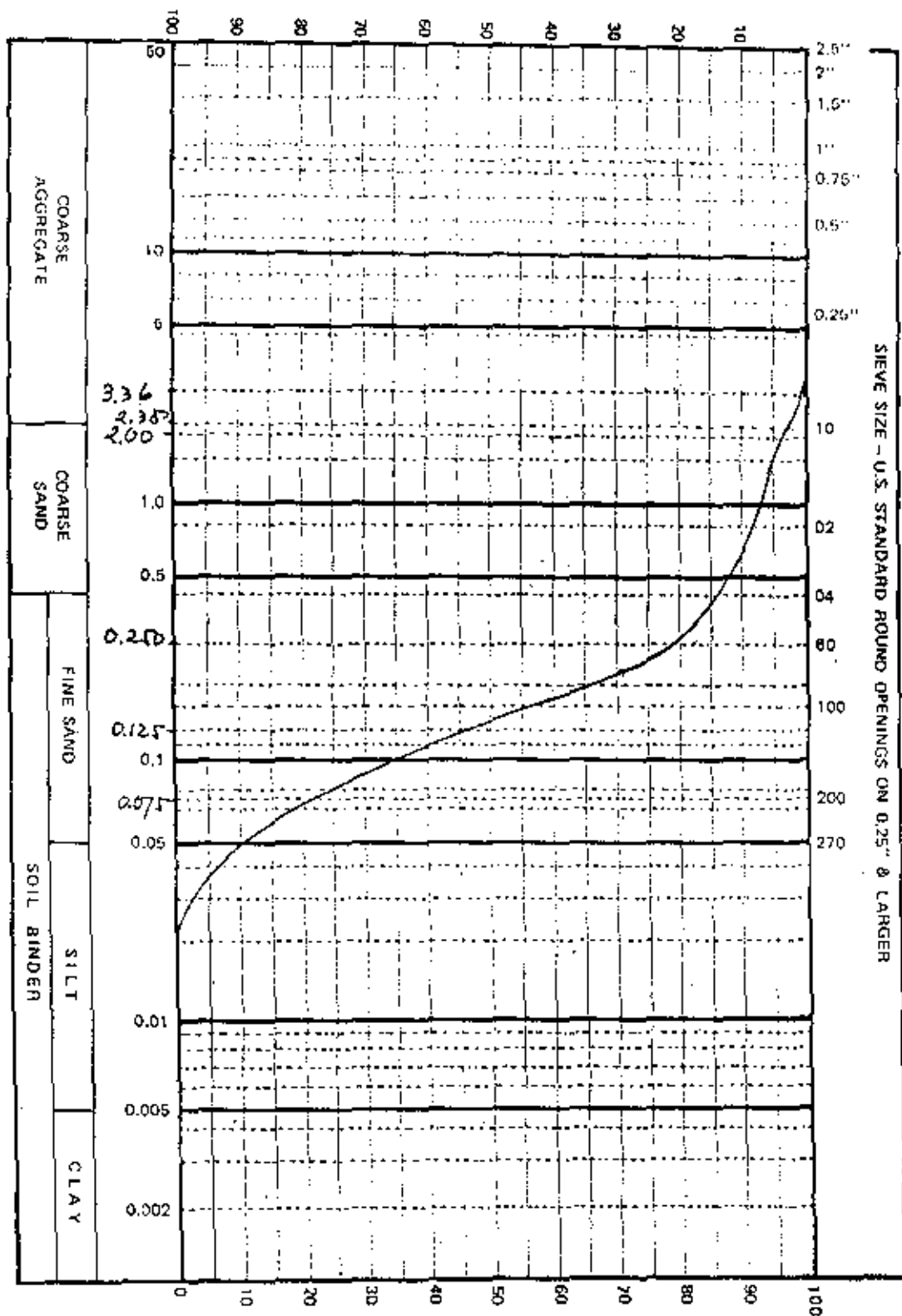
Sample No.

Sheet No.

G. S.

2.5913

PERCENT RETAINED



Location: RETROKIMA GORIE
 Time Date: 4-11-1989
 G. H.
 Position: KAHAM

Sample No.: 6
 Sheet No.:
 G.S.: 2.7/88

Time/Date : 11-11-1989

GRAIN SIZE ACCUMULATION

Sample No. : 7.

G. M.

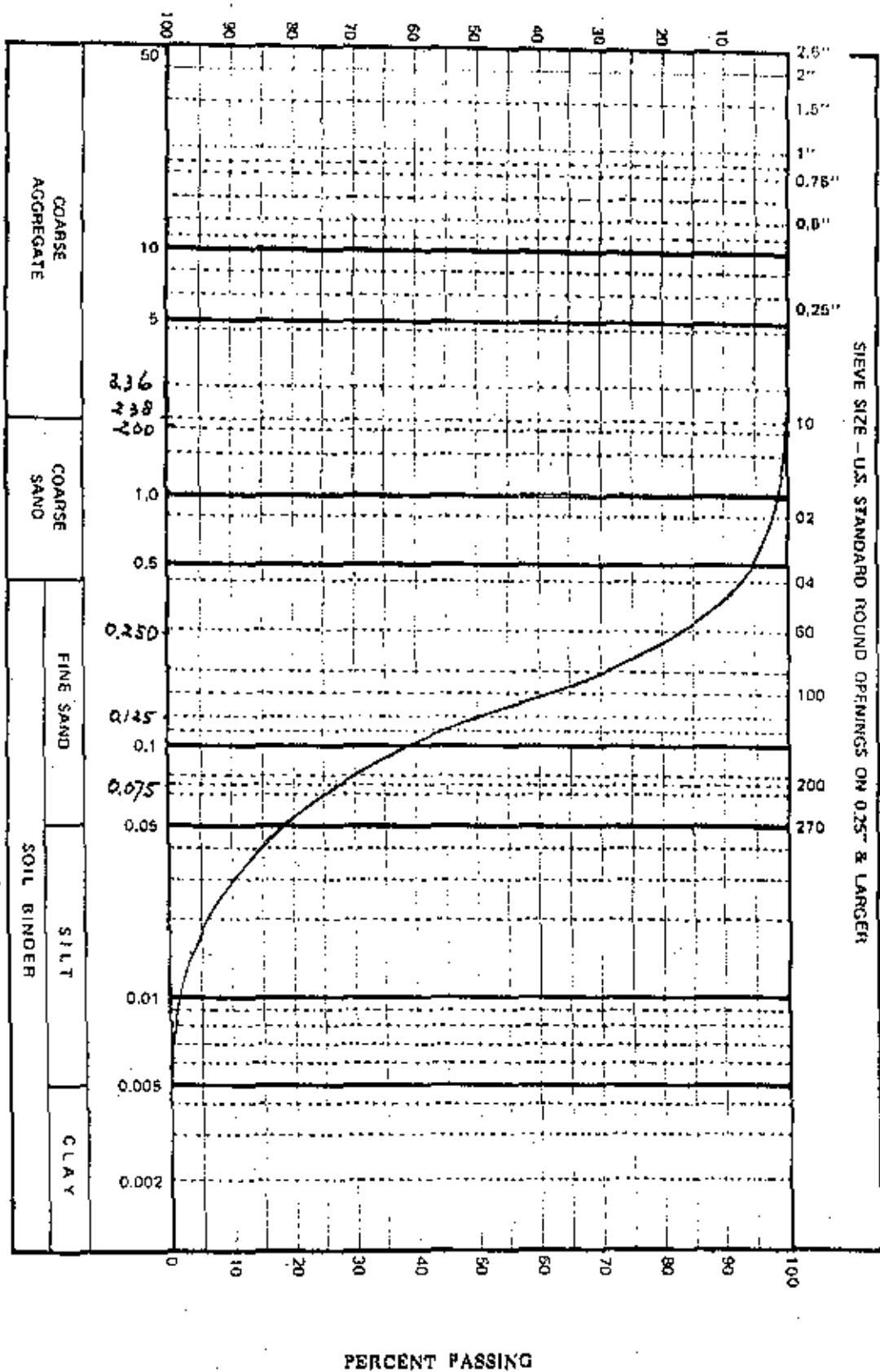
Sheet No.

Position

KTHH44

G.S.

2.7764

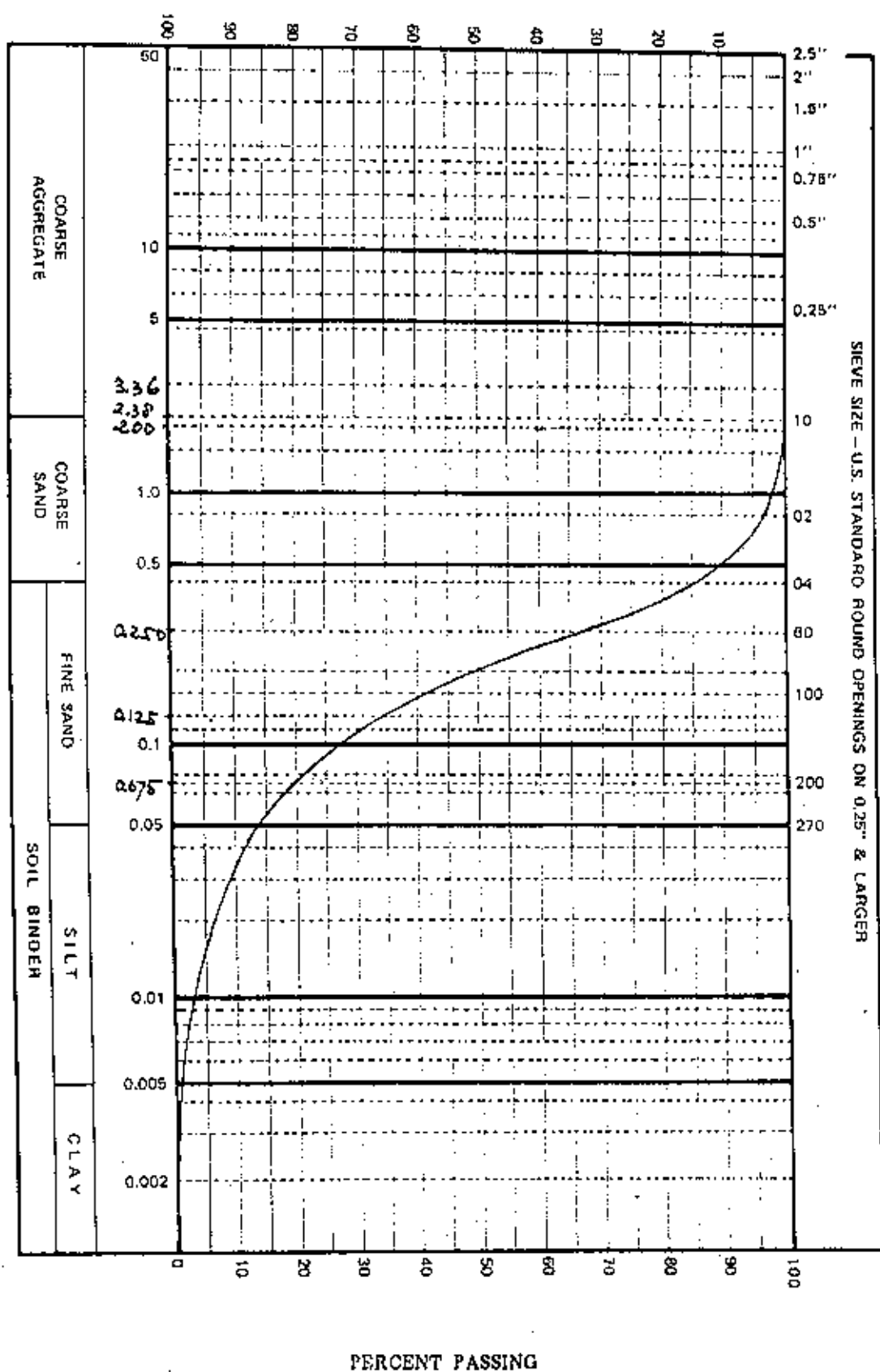


G. M.

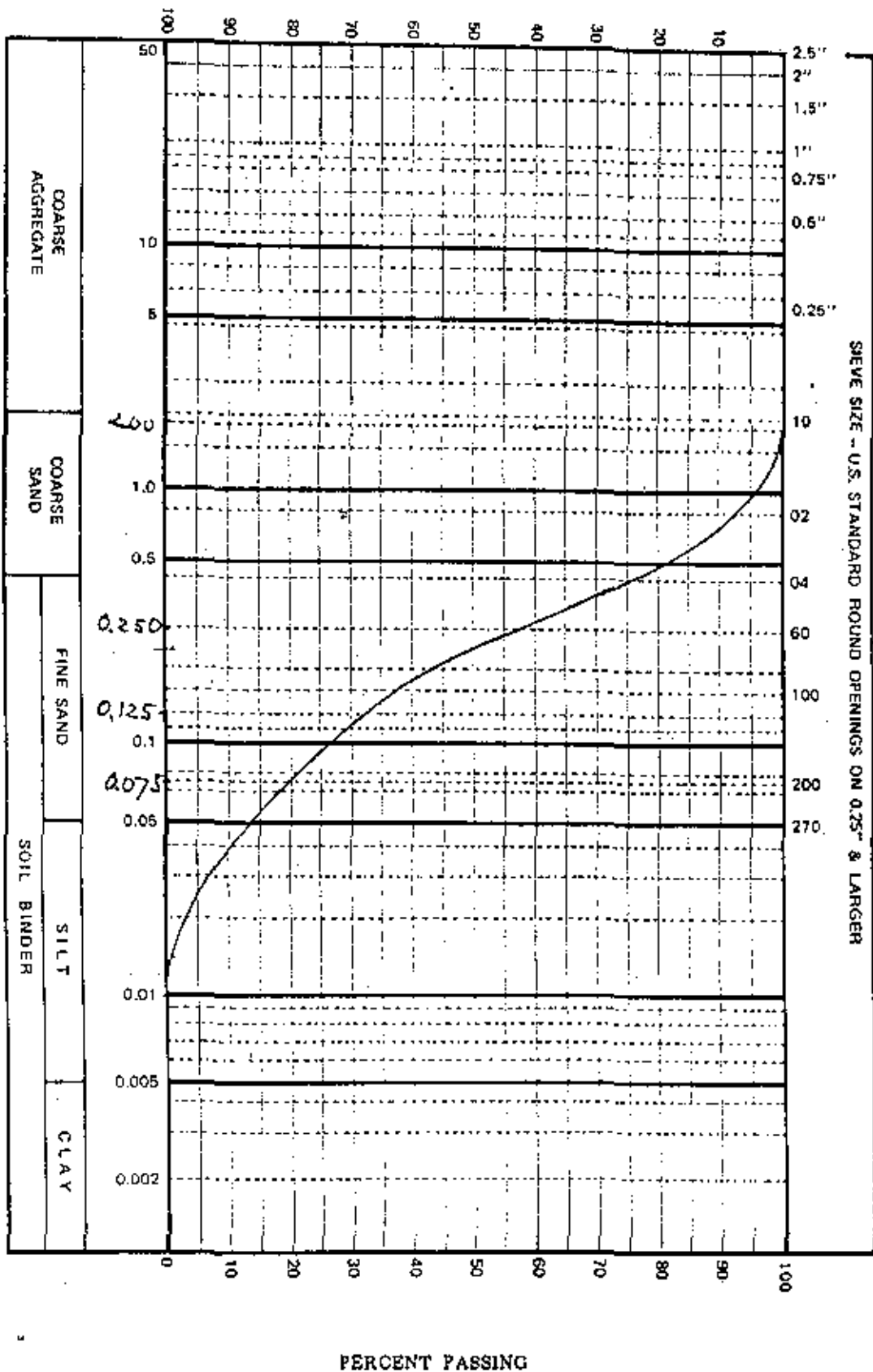
Position : KATHAN

G. S.

2.9029



PERCENT RETAINED



ANALISA SAMPLE AIR DI PELABUHAN PETROKIMIA GRESEK.
(PENGAMBILAN - WAKTU PENGUKURAN AIRS)

TANGGAL PENGAMBILAN	POSISI	KEDALAMAN (m)	BERAT SAMPLE (GRAM)			VOLUME (CC)	BERAT SEDIMEN (GRAM)			CONCENTRASI (PPm)
			Gross	Tare	Netto		Gross	Tare	Netto	
1. 1- 11- '89	Kiri (Pasang)	0,2	537	21	516	515	1,7657	1,1900	0,0757	147
2. " " "	" " "	0,4	580	22	528	530	1,2922	1,1675	0,1247	236
3. " " "	" " "	0,6	553,50	23,50	530	530	1,3640	1,2270	0,1370	258
4. " " "	" " "	0,8	546	25	521	520	1,3374	1,2130	0,1244	239
5. " " "	Kiri (Surut)	0,2	526	28	498	500	1,3194	1,1874	0,1320	265
6. " " "	" " "	0,4	552,50	20	532,50	530	1,3212	1,1870	0,1342	252
7. " " "	" " "	0,6	540	23,50	517,50	520	1,3735	1,2380	0,1375	266
8. " " "	" " "	0,8	544	24	520	520	1,3684	1,2362	0,1319	254
9. 1- 11- '89	Kanan (Pasang)	0,2	489	24	465	470	1,2790	1,2287	0,0503	108
10. " " "	" " "	0,4	458,50	21	437,50	440	1,2393	1,1986	0,0605	138
11. " " "	" " "	0,6	402,50	20,50	382	380	1,2754	1,2373	0,0376	98
12. " " "	" " "	0,8	481	26	455	460	1,3133	1,2650	0,0483	106
13. " " "	Kanan (Surut)	0,2	398	21	377	370	1,2615	1,2263	0,0332	88
14. " " "	" " "	0,4	513	23	490	495	1,2465	1,2060	0,0405	83
15. " " "	" " "	0,6	396	22	374	370	1,3144	1,2560	0,0584	156
16. " " "	" " "	0,8	320	24	296	300	1,2952	1,2337	0,0665	191
17. 6- 11- '89	Kiri (Pasang)	0,2	493	22	471	470	1,2775	1,2360	0,0475	101
18. " " "	" " "	0,4	481	13,50	467,50	470	1,1857	1,1529	0,0326	70
19. " " "	" " "	0,6	513,50	21,50	492	500	1,3000	1,2500	0,0500	101
20. " " "	" " "	0,8	532,50	21	511,50	500	1,3407	1,2960	0,0447	87
21. " " "	Kiri (Surut)	0,2	371,50	13	358,50	350	1,2970	1,2633	0,0335	93
22. " " "	" " "	0,4	490,50	14,50	476	470	1,2595	1,2253	0,0342	74
23. " " "	" " "	0,6	552	22	530	530	1,3027	1,2492	0,0535	101
24. " " "	" " "	0,8	486,50	13	473,50	480	1,2504	1,2485	0,0419	88
25. 6- 11- '89	Kanan (Pasang)	0,2	432,50	23,50	409	410	1,2668	1,2313	0,0355	86
26. " " "	" " "	0,4	370	21,50	348,50	350	1,2897	1,2343	0,0554	159
27. " " "	" " "	0,6	507	21,50	485,50	490	1,2132	1,1766	0,0366	75
28. " " "	" " "	0,8	517,50	20	497,50	500	1,2800	1,2053	0,0747	150
29. " " "	Kanan (surut)	0,2	456,50	27	429,50	470	1,2837	1,2217	0,0620	144
30. " " "	" " "	0,4	483	24,5	458,50	470	1,1752	1,1350	0,0402	86
31. " " "	" " "	0,6	530,50	23,5	477	480	1,2175	1,1619	0,0556	117
32. " " "	" " "	0,8	555,50	23,50	532	540	1,1978	1,1526	0,0452	85

ANALISA SAMPEL AIR DI PELABUHAN PETROKIMIA CRESIK

TANGGAL PENGAMBILAN	POSISI	KEDALAMAN (m)	BERAT SAMPEL (GRAM)		VOLUME (CC)	BERAT SEDIMENT (GRAM)		CONCENTRASI (PPM)
			GROSS	TAKE		GROSS	TAKE	
33. 9-11-1989	Kiri (pasang)	0,2	485,50	19	470	1,5038	1,2347	148
34. "	"	0,4	434,50	18	395	1,2668	1,2100	147
35. "	"	0,6	497	18	430	1,3510	1,2629	184
36. "	"	0,8	530,50	18	515	1,3299	1,2323	190
37. "	Kiri (surut)	0,2	431,50	17	420	1,3356	1,2347	245
38. "	"	0,4	465,50	20	430	1,3188	1,2100	214
39. "	"	0,6	485,50	18	470	1,3683	1,2629	225
40. "	"	0,8	478	19	460	1,3387	1,2323	232
41. "	Kanan (pasang)	0,2	377	23	345	1,2800	1,2153	183
42. "	"	0,4	432	21	420	1,2959	1,2196	186
43. "	"	0,6	512,50	19,50	500	1,3344	1,2453	181
44. "	"	0,8	411	22	330	1,3276	1,2438	215
45. "	Kanan (surut)	0,2	457	22	440	1,2477	1,1968	117
46. "	"	0,4	412	18	380	1,2528	1,1960	159
47. "	"	0,6	547	21,50	525	1,2761	1,2000	145
48. "	"	0,8	335	19,50	320	1,3143	1,2532	194

TANGKAL PENGAMBILAN	POSISI	KEDALAMAN (H)	BERAT SAMPLE (GRAM)			VOLUME (CC)	BERAT SEDIMENT (GRAM)			CONCENTRASI (PPM)
			GROSS	TARE	NETTO		GROSS	TARE	NETTO	
1. 14-11 - 1989	Titik 1	0,2	485	18	467	485	1,4229	1,2195	0,2034	436
2. "	Titik 1	0,4	465	21	444	440	1,3770	1,2232	0,1538	346
3. "	"	0,6	490,50	21	469,50	460	1,4132	1,2449	0,1683	358
4. "	"	0,8	479	17,50	461,50	452	1,3872	1,2017	0,1855	402
5. "	Titik 2	0,2	458,50	21,50	437	440 ?	1,2740	1,1401	0,1339	306
6. "	"	0,4	464	24	440	435	1,3000	1,1431	0,1569	363
7. "	"	0,6	424	19	405	420	1,3481	1,1871	0,1610	397
8. "	"	0,8	481	19	462	452	1,3232	1,1751	0,1483	321
9. "	Titik 3	0,2	384,50	24	360,50	347	1,3839	1,1681	0,2158	598
10. "	"	0,4	373	21,50	351,50	347	1,3300	1,1242	0,2058	585
11. "	"	0,6	336	12	344	330	1,3622	1,1507	0,2115	615
12. "	"	0,8	369	21,50	347,50	340	1,3913	1,1904	0,1909	549
13. "	Titik 4	0,2	250,50	18	232,50	235	1,2650	1,1683	0,0965	415
14. "	"	0,4	269	20	249	250	1,2659	1,1580	0,1079	433
15. "	"	0,6	265	23	242	250	1,2889	1,1782	0,1107	457
16. "	"	0,8	262	24	238	245	1,2738	1,1745	0,0995	418
17. "	Titik 5	0,2	259,50	21,50	238	240	1,3812	1,2197	0,1615	678
18. "	"	0,4	253,50	18,50	235	238	1,3682	1,2327	0,1355	576
19. "	"	0,6	269	19	250	247	1,3232	1,1891	0,1341	536
20. "	"	0,8	269,40	18	251,40	250	1,3009	1,1469	0,1520	604
21. "	Titik 6	0,2	365	18,50	346,50	345	1,3610	1,2045	0,1565	452
22. "	"	0,4	447	12	435	432	1,3435	1,2168	0,1267	291
23. "	"	0,6	229,50	12,30	217,20	225	1,3084	1,2017	0,1067	491
24. "	"	0,8	383	20,30	180	375	1,2488	1,1748	0,0740	411
25. "	Titik 7	0,2	443,20	18,50	424,70	422	1,3050	1,2590	0,1360	320
26. "	"	0,4	365,50	19	346,50	345	1,3388	1,2073	0,1315	390
27. "	"	0,6	310	24	286	287	1,2744	1,1831	0,0913	319
28. "	"	0,8	282	12,50	269,50	258	1,2547	1,1385	0,1162	431
29. "	Titik 8	0,2	330	21	309	300	1,2355	1,1593	0,0762	247
30. "	"	0,4	415	24,50	390,50	380	1,2834	1,1848	0,0706	181
31. "	"	0,6	391	18	373	365	1,3288	1,2684	0,0604	162
32. "	"	0,8	399,50	22	377,50	365	1,3398	1,2520	0,0878	235